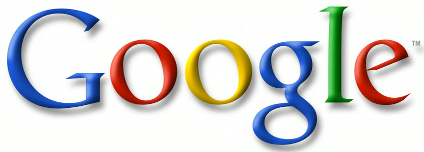


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

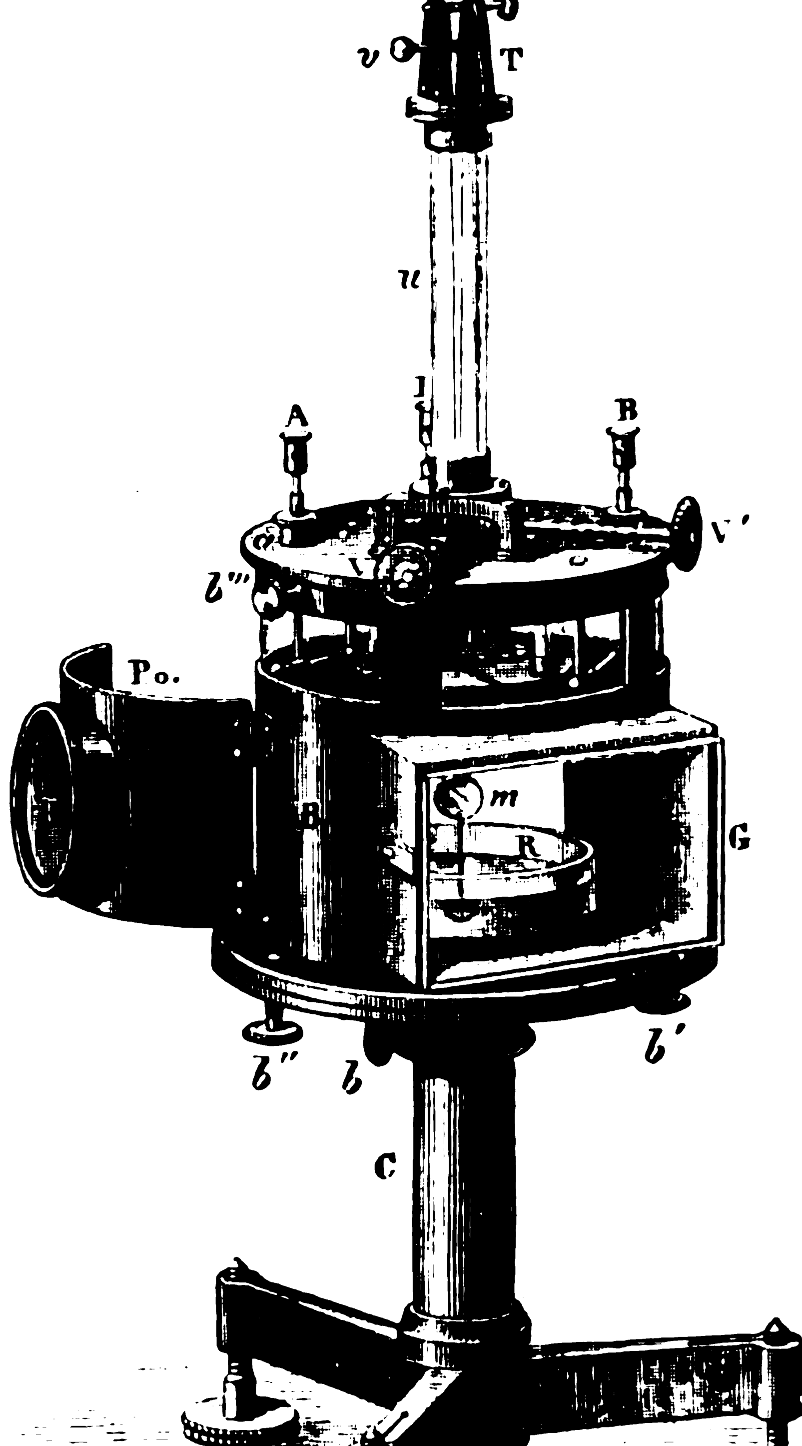
Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

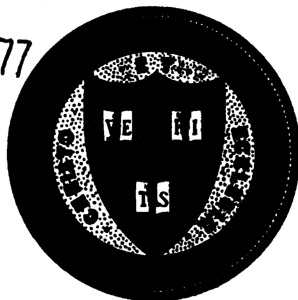
About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



L'Électricien

Transferred to the Engineering Library
~~Sci 1450.100~~
KF2077



Harvard College Library

BOUGHT WITH INCOME

FROM THE BEQUEST OF

HENRY LILLIE PIERCE

OF BOSTON

Under a vote of the President and Fellows
October 24, 1898

Jan. 25, 1902.

TRANSFERRED
TO
HARVARD COLLEGE
LIBRARY

Digitized by Google


Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

L'ÉLECTRICIEN

REVUE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ

Digitized by Google

9813. — PARIS, IMPRIMERIE A. LAHURE
9, rue de Fleurus, 9

Digitized by Google

L'ÉLECTRICIEN

REVUE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ

Paraissant le 1er et le 15 de chaque mois

Rédacteur en chef

E. HOSPITALIER

Ingénieur des Arts et Manufactures
Professeur à l'École de physique et de chimie industrielles de la Ville de Paris

---

TOME SEPTIÈME

DU 1er JANVIER AU 15 JUIN 1884

PARIS

G. MASSON, ÉDITEUR

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, EN FACE L'ÉCOLE DE MÉDECINE

1884

Digitized by Google

~~Sci 1480.100~~

KF 2077

Harvard College Library
Jan. 25, 1902
PIERCE FUND.

JUN 20 1917
TRANSFERRED TO
HARVARD COLLEGE LIBRARY

Digitized by Google

TOME VII. 1er JANVIER 1884 N° 66.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ

ÉTUDE GÉOMÉTRIQUE ET MÉCANIQUE

DES ÉQUIPAGES GALVANOMÉTRIQUES

Cette étude se rapporte spécialement aux appareils dans lesquels les aiguilles aimantées ont de petites dimensions par rapport aux cadres galvanométriques qui les entourent, et ne subissent que de faibles déviations; tels sont les divers types de galvanomètres dont sir W. Thomson a doté les cabinets de mesure, et les boussoles des tangentes.

Dans ce qui va suivre, nous ne tiendrons pas compte des frottements éprouvés par les aiguilles montées sur pivot, ni de la torsion des fils de cocon dans le cas des équipages suspendus. Le constructeur doit évidemment apporter tous ses soins à réduire, dans la limite du possible, ces imperfections inhérentes à la matière et qui diminuent la valeur de l'instrument.

Les éléments qui intéressent principalement dans un galvanomètre sont:

1° La résistance du circuit galvanométrique;

2° La sensibilité de l'instrument, c'est-à-dire la grandeur de l'indication accusée par l'équipage pour un effet extérieur donné qu'il s'agit d'évaluer (différence de potentiel, intensité de courant);

3° La force directrice de l'équipage, représentée par la vivacité des oscillations;

4° L'amortissement de l'équipage.

Digitized by Google

Les deux premiers éléments sont fonction l'un de l'autre, puisque, toutes choses égales d'ailleurs, la résistance du circuit de l'instrument croît avec l'action du cadre galvanométrique, lorsque l'on fait varier les dimensions du conducteur. Dans la plupart des traités, on indique l'influence réciproque des deux éléments et la manière de calculer les meilleures proportions et dimensions à donner aux circuits suivant le rôle que le galvanomètre est appelé à jouer. Nous n'y reviendrons pas et nous admettrons que les dimensions des cadres galvanométriques ont été adoptées d'après des considérations théoriques et des données expérimentales, que les circuits ont été déterminés judicieusement en vue des applications.

Ces points admis, il ne reste plus qu'à faire l'étude de l'équipage, dont le fonctionnement a une influence considérable sur la valeur de l'instrument.

Les déviations de l'équipage sont accusées d'une manière précise par l'emploi de miroirs et de faisceaux lumineux réfléchis et reçus sur des échelles opaques ou mieux transparentes. Ces dispositifs sont bien connus; en les employant judicieusement on accroît dans de grandes limites la délicatesse des mesures; leur étude sort du cadre que nous nous sommes imposé et qui ne comporte que la valeur de la déviation même de l'équipage.

Les aiguilles aimantées qui constituent l'équipage se meuvent dans un champ constitué par l'aimant terrestre et les masses magnétiques environnantes; le plus souvent le galvanomètre est muni d'un *aimant auxiliaire* que l'on peut déplacer à volonte. Les aimants auxiliaires servent soit à régler la direction du champ magnétique ambiant et, par suite, la position de repos de l'équipage (ils sont dits, dans ce cas, *aimants directeurs*, ou bien ils servent à faire varier l'intensité magnétique aux diverses positions occupées par l'équipage; on peut leur donner, dans ce cas, la dénomination *d'aimants d'intensité*. Leur but est alors de régler la sensibilité de l'instrument.

Le même aimant, d'ailleurs, joue le plus souvent les deux rôles.

Pour simplifier l'étude, nous supposerons que les dimensions des aiguilles aimantées sont très petites par rapport aux distances de leurs centres aux pôles des aimants auxiliaires; les dimensions

Digitized by Google

de l'équipage, au contraire, leur seront, en général, comparables.

La facilité et la précision des mesures demandent que l'équipage atteigne naturellement des positions d'équilibre nettement déterminées, tant au repos que dans les déviations. Cette qualité est corrélative de la grandeur de la *force directrice* ou plus exactement du moment du *couple magnétique* qui agit sur l'équipage. Toutes choses égales d'ailleurs, il y a à ce point de vue, grand intérêt à accroître l'intensité de ce moment intimement liée d'ailleurs à la rapidité des oscillations.

D'autre part, il faut réaliser un équipage tranquille et éteindre rapidement ses oscillations afin de réduire la durée des mesures : ces résultats sont obtenus simultanément par l'emploi de plusieurs procédés indépendants les uns des autres et n'ayant qu'une relation indirecte avec la sensibilité et l'intensité du couple directeur.

Tantôt on munit l'équipage d'ailettes légères et de grande surface, en mica ou en aluminium, éprouvant, de la part de l'air, une grande résistance au mouvement ; le seul inconvénient de ce dispositif très fréquemment usité, est d'accroître dans une certaine mesure le moment d'inertie de l'équipage et d'augmenter par suite la durée des oscillations.

Dans quelques cas particuliers, on termine l'équipage à sa partie inférieure, par une queue plongeant dans un liquide plus ou moins visqueux. L'amortissement est alors énergique, souvent même trop énergique ; la sensibilité et la précision des mesures peuvent en souffrir.

Enfin, un dernier procédé consiste à disposer près des aiguilles aimantées, des masses de cuivre dont l'effet modérateur ressort des expériences d'Arago ; le dispositif est d'une réalisation aisée, ne gêne en aucune façon les autres qualités de l'équipage et peut très bien se superposer aux autres modes d'amortissement.

L'équipage peut être *simple* ou *double :* Dans le premier cas, il ne comporte qu'une aiguille ou un seul système d'aiguilles aimantées suspendu au centre du cadre galvanométrique.

Dans le second cas, il est constitué par deux aiguilles ou deux systèmes d'aiguilles aimantées montés sur une même tige et solidaires l'un de l'autre quant au mouvement, mais influencés par un cadre galvanométrique spécial qui l'entoure. Les deux

Digitized by Google

systèmes magnétiques ont alors leurs pôles opposés de manière à réduire la force directrice de l'ensemble, mais les circuits sont combinés de telle façon que leurs actions sur l'équipage s'ajoutent. La sensibilité bénéficie de ces deux dispositions.

1° Nous supposerons d'abord que l'on ne fait pas usage d'aimant auxiliaire et que le champ magnétique ambiant a une intensité constante pour toutes les parties de l'équipage. C'est le cas d'un instrument suffisamment éloigné des masses magnétiques environnantes.

Soit *ab* (*fig.* 1), l'aiguille aimantée d'un équipage simple (ou l'ensemble des aiguilles aimantées) mobile autour d'un axe ver-

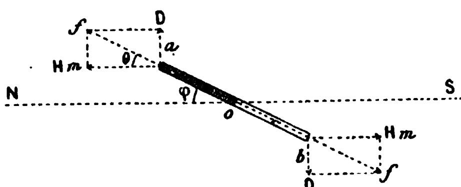


Fig. 1.

tical projeté en O et dans un champ magnétique de direction NS et dont l'intensité est H, *m* est la valeur de la masse magnétique concentrée en chacun des pôles de l'aiguille et *l* la distance polaire, de telle sorte que $ml = \mu$ est le *moment magnétique de l'aiguille.*

Sous l'influence d'un courant d'intensité *i* circulant dans le cadre galvanométrique, lequel est orienté suivant NS, l'équipage dévie et prend une position d'équilibre faisant un angle φ avec sa position initiale qui coïncidait avec NS.

B étant une constante du cadre galvanométrique, la force déviatrice D perpendiculaire à NS a pour valeur Bim.

$$Dl \cos\varphi = Hml \sin\varphi = H\mu \sin\varphi$$

et à cause de la petitesse de φ

$$Bim = Hm\varphi; \qquad \varphi = \frac{Bi}{H}.$$

Le moment magnétique $\mu = ml$ disparaît; c'est-à-dire que les dimensions et le degré d'aimantation de l'équipage n'ont pas

Digitized by Google

d'influence sur la sensibilité représentée par $\frac{\varphi}{i} = \frac{B}{H}$; celle-ci est *inversement proportionnelle à l'intensité magnétique ambiante* H.

Le moment du couple magnétique $H\mu$ influe sur la durée des oscillations; si nous représentons par I le moment d'inertie de l'équipage autour de l'axe de rotation passant par o, la durée d'une oscillation t est donnée par la formule

$$t = \pi \sqrt{\frac{I}{H\mu}}.$$

Pour un équipage de dimensions données, il y a avantage à réduire t en augmentant μ, c'est-à-dire m, le degré d'aimantation. Le constructeur doit donc dans ce but faire choix de bon acier et lui communiquer une forte aimantation: à égalité de poids et de moment d'inertie, il est avantageux de subdiviser l'équipage en plusieurs aiguilles parallèles, on gagne sur le magnétisme total. L'amortissement à l'aide de masses de cuivre n'en serait que plus énergique.

D'autre part, il faut s'attacher à réduire I le plus possible d'où l'emploi de suspensions très légères en aluminium, de miroirs microscopiques en verre soufflé, etc.

Dans les galvanomètres de S. W. Thomson, les équipages simples sont formés d'un ou de plusieurs petits barreaux aimantés collés sur le dos d'un petit miroir circulaire et concave, le tout suspendu par un fil de cocon sans torsion.

Le poids moyen du miroir est de 80 milligrammes, celui des barreaux aimantés de 40 à 50 milligrammes. En remplaçant un barreau unique d'acier médiocre ($\mu = 60$) [1] par trois autres plus petits représentant le même poids et le même moment d'inertie et susceptibles d'une plus forte aimantation ($3\mu' = 40 \times 3 = 120$) on a pu doubler μ et réduire t de 13 à 9 secondes. La sensibilité est restée la même, mais le rappel au zéro est plus énergique, les indications plus précises et plus nettes.

Considérons maintenant le cas d'un équipage double dont les

[1] Les valeurs des moments magnétiques indiquées dans cette note ne sont comparables qu'entre elles et n'ont aucun rapport avec les unités absolues dont l'emploi n'est pas ici indispensable: elles ont été obtenues à l'aide d'un magnétomètre à graduation conventionnelle.

Digitized by Google

systèmes magnétiques sont à quelques centimètres (6 à 8 environ) l'un au-dessus de l'autre. L'ensemble des aiguilles de chaque système peut être assimilé à une aiguille unique telle que *ab*, *a'b'* (*fig.* 2).

Nous supposerons que les deux systèmes ont leurs axes magnétiques situés dans un même plan vertical : en général les moments

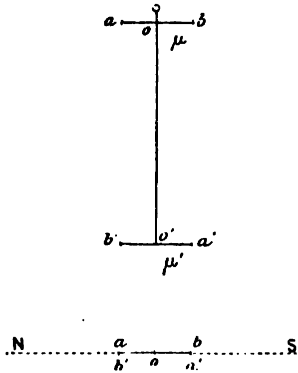


Fig. 2.

magnétiques μ et μ' ne sont pas égaux, mais diffèrent peu l'un de l'autre. Pour fixer les idées

$$\mu > \mu', \quad \mu - \mu' = d\mu, \quad \mu + \mu' = 2\mu_1.$$

Les actions déviatrices dues aux cadres galvanométriques s'ajoutent ; si B est la constante commune aux deux cadres supérieur et inférieur, le moment du couple déviateur a pour valeur

$$C = Bi(\mu + \mu') = 2Bi\mu_1.$$

Elles font équilibre à l'action de la terre pour une déviation très petite φ

$$2Bi\mu = \mu H\varphi - \mu' H\varphi = (\mu - \mu')H\varphi = H\varphi\, d\mu,$$

d'où

$$\frac{\varphi}{i} = \frac{2B}{H}\frac{\mu_1}{d\mu}.$$

La sensibilité de l'équipage est cette fois *proportionnelle à la*

Digitized by Google

valeur moyenne μ_1 des moments magnétiques des deux systèmes et *inversement proportionnelle à leur différence* $d\mu$.

D'autre part le moment du couple magnétique résultant (auquel est dû le rappel au zéro) est $Hd\mu$.

Si, comme précédemment, I est la valeur du moment d'inertie de tout l'équipage autour de son axe de rotation, la durée de chaque oscillation est :

$$t = \pi\sqrt{\frac{I}{Hd\mu}}.$$

elle ne dépend pas de μ, mais seulement de H et de $d\mu$.

Il résulte de ces deux relations que, dans le cas actuel, sans agir sur la valeur de H (ce que nous ne réaliserons que plus loin avec l'aide d'un aimant auxiliaire), on peut changer la sensibilité de l'instrument en faisant varier le degré d'aimantation des aiguilles ou la différence des moments magnétiques des deux systèmes. D'autre part, la réduction de la durée des oscillations qui intéresse la manipulation, n'est influencée que par la valeur de $d\mu$.

On voit encore ici l'avantage que l'on peut tirer de l'emploi d'aciers de bonne qualité, susceptibles d'acquérir et de conserver une forte aimantation et de la subdivision des systèmes magnétiques en plusieurs aiguilles plus petites, mais permettant un accroissement dans la totalité du magnétisme.

On doit toujours réduire la valeur de I autant que possible; les équipages doubles des galvanomètres Thomson (dits astatiques), sont formés d'une tige verticale en aluminium de très petit diamètre (quelquefois d'un tube de ce métal), portant à ses extrémités les systèmes magnétiques. Généralement le système supérieur est muni du miroir concave, et le système inférieur porte l'amortisseur à lance ; dans quelques modèles de M. Carpentier, ces deux organes accessoires sont réunis au milieu de la hauteur de la tige. L'ensemble ne pèse environ qu'un quart de gramme.

Nous pouvons, dès à présent, signaler l'influence du *défaut de parallélisme* qu'il est bien difficile d'éviter entre les axes magnétiques des deux systèmes d'un équipage double. Il vaut mieux le subir lorsqu'il n'est pas exagéré que de chercher à le faire disparaître.

Digitized by Google

Soit ε l'écart angulaire, que nous supposerons d'ailleurs très faible; entre les deux axes magnétiques ab et $a'b'$ des systèmes dont les moments magnétiques μ et μ' sont légèrement différents (*fig.* 3). Au repos, l'équipage prend une certaine position d'équilibre dans laquelle l'axe supérieur ab (qui nous servira

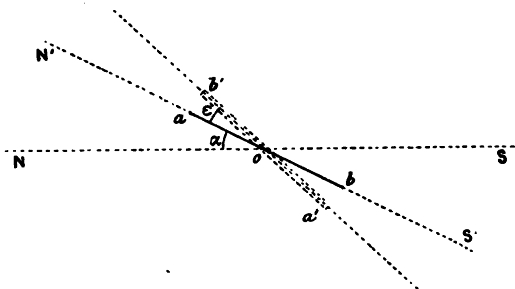


Fig. 3.

d'*indicàteur*) fait avec le méridien magnétique un angle α. On a entre ces quantités les relations

$$\mu \sin \alpha = \mu' \sin(\alpha + \varepsilon) = \mu' \sin \alpha + \mu' \varepsilon \cos \alpha \quad (\varepsilon \text{ très petit})$$

$$d\mu \sin \alpha = \mu\varepsilon \cos \alpha,$$

$$\operatorname{tang} \alpha = \frac{\mu}{d\mu}\varepsilon.$$

Dans un exemple où $\mu = 85$, $\mu' = 83,5$, $d\mu = 1,5$, on a observé une valeur de α égale à 10°; on en a déduit $\varepsilon = \frac{1}{6}$ de degré, valeur bien faible, à peine sensible à l'œil.

Comme il est impossible d'annuler complètement le défaut de parallélisme, on voit que la déviation initiale α. croît en raison inverse de $d\mu$ et qu'elle tend vers 90° quand $d\mu$ tend vers 0, c'est-à-dire quand l'équipage se rapproche de l'*astaticité*.

Un calcul simple montre que le moment du couple magnétique égal à $\mathrm{H}d\mu$ lorsque $\varepsilon = o$, a maintenant pour expression:

$$\mathrm{H}\sqrt{d\mu^2 + \mu^2\varepsilon^2} = \mathrm{H}d\mu \sqrt{1 + \frac{\mu^2}{d\mu^2}\varepsilon^2} = \mathrm{H}d\mu \sqrt{1 + \operatorname{tang}\alpha} = \frac{\mathrm{H}\,d\mu}{\cos\alpha};$$

Toutes choses égales d'ailleurs, la présence du terme $\mu^2 \varepsilon^2$

Digitized by Google

diminue un peu la sensibilité et augmente légèrement la durée d'oscillation. Ainsi dans l'exemple cité plus haut,

$$\alpha = 10^\circ \quad \text{tang}\,\alpha = 0{,}176,$$
$$\text{H}d\mu\sqrt{1+\text{tang}\,\alpha} = \text{H}d\mu \times 1{,}015.$$

D'autre part, il ne faut pas oublier que l'orientation de l'instrument a dû varier de l'angle α pour que le cadre galvanométrique occupe toujours la même position par rapport à l'équipage.

(*A suivre.*) J. POLLARD.

VASES POREUX ET CLOISONNEMENTS

(2e ARTICLE[1])

IV

VASES POREUX QUASI-PRISMATIQUES PROFONDS, EN PAPIER PARCHEMINÉ, FORMÉS SANS ASSEMBLAGE

On appelle *papier parcheminé* ou *parchemin végétal* du papier qui a pris l'aspect et la consistance du parchemin animal, au moyen d'un traitement par l'acide sulfurique.

Le papier à traiter doit être composé de cellulose presque pure (tel le papier Berzélius, qui laisse très peu de cendres), et exempt d'encollage. On le plonge pendant une demi-minute environ dans de l'acide sulfurique à 66 degrés étendu d'un demi-volume d'eau; puis on le rince aussitôt à plusieurs eaux.

Le papier parchemin a été inventé en 1846, par MM. Poumarède et Figuier [2]. Gaine et Hoffmann ont étudié après eux la fabrication de ce produit, et Neumann, chimiste allemand, vint en installer une fabrique à Saint-Denis (Seine), en 1860.

Mais le parchemin végétal ne commença à devenir un produit industriel important qu'à dater de 1863, époque où notre compatriote Dubrunfaut inventa l'*osmogène*. Le parchemin de Neu-

[1] Voy. l'*Électricien* du 15 décembre 1883.
[2] *Compt. rend. de l'Acad. d. sc.*, t. XXIII, p. 918.

Digitized by Google

mann était alors bien imparfait, et Dubrunfaut dut travailler à son amélioration.

« En suivant les conseils continus de M. Dubrunfaut, dit M. Hippolyte Leplay, M. Neumann perfectionna peu à peu sa fabrication, et dès 1868 il livrait, pour l'osmose en activité dans une dizaine de sucreries, du papier parchemin dont les défauts avaient à peu près complètement disparu.

« M. Neumann continua de fournir exclusivement le papier parchemin dans toutes les sucreries de France et de Belgique, où les osmogènes Dubrunfaut furent installés, jusqu'à la fin de l'année 1870, où sa fabrication fut détruite par le siège de Paris.

« M. Neumann porta alors son industrie en Belgique et la fabrication du papier parchemin fut installée dans la papeterie de la Société de Mont Saint-Guibert, qui jusqu'en 1876 a alimenté exclusivement tous les osmogènes Dubrunfaut répandus de plus en plus dans la fabrication du sucre de betterave, particulièrement en France, en Belgique, en Hollande.

« Depuis cette époque, il s'est formé en Belgique, en Allemagne et en Autriche, avec le développement de l'osmose, de nouvelles fabriques de ce papier.

« En France, où est née l'osmose, une seule maison, MM. Bécoulet et Cie, se livre à cette fabrication et y a atteint rapidement le plus grand degré de perfection.

« Le papier parchemin a l'aspect, la couleur, la translucidité du parchemin animal. Il est comme lui tantôt corné, tantôt fibreux et très cohérent ; on peut le plier plusieurs fois en sens inverse sans le briser ; sa résistance à la rupture est 5 fois plus forte que celle du papier et les 2/3 de celle du parchemin animal. Il est très hygrométrique et gagne en souplesse et en ténacité par l'absorption de l'humidité ; plongé dans l'eau, il devient mou et gras au toucher ; l'eau ne filtre pas à travers ; il est imputrescible.

« La feuille du papier parchemin, telle qu'elle est livrée par le fabricant pour l'osmogène Dubrunfaut de 50 cadres, a les dimensions suivantes :

	mètre.
Longueur	1,00
Largeur	0,64

elle pèse $97^{gr},50$.

Desséchée à 100 degrés pendant vingt-quatre heures elle perd en eau $11^{gr},20$; par conséquent, à l'état sec, elle pèse $86^{gr},30$. La feuille

de papier parchemin séchée à 100 degrés et pesant à l'état sec 86gr,30, plongée dans l'eau froide pendant cinq minutes, et ensuite mise entre des doubles de papier buvard pour enlever l'eau de la surface, pèse 132gr,5. Elle a donc absorbé en eau 132,50 — 86,30 = 46,20 grammes, soit 54,6 pour 100.

« En absorbant cette quantité d'eau, la feuille de papier parchemin augmente de volume dans les proportions suivantes :

	mètre.
Sa longueur, qui était de 1 mètre, devient	1,04
Sa largeur, qui était de 64 centimètres, devient . . .	0,67

« Le papier parcheminé pour osmogènes est livré par les fabricants en feuilles de dimensions semblables à celles des cadres composant l'osmogène[1] ».

On l'obtient aussi en rouleaux de longueur indéfinie, de largeurs et épaisseurs variées.

Le papier parchemin s'offre ainsi à la fabrication des vases poreux, comme un septum d'excellente qualité, commode, abondant et économique.

J'ai réussi à rendre son emploi très pratique par un procédé de pliage qui permet d'obtenir, sans assemblage, des capacités à peu près prismatiques, avec les feuilles et les rouleaux du commerce.

Le procédé est simple :

Soit à obtenir un vase poreux de base et hauteur déterminées (fig. 1).



Fig. 1.

Le calibre de la feuille de papier est d'abord obtenu de la manière suivante : sur une feuille plane de bois ou de métal, on trace la base du vase, puis on mène des parallèles à chacun des côtés de ce polygone, à une distance égale à la hauteur du vase ; ces parallèles forment un polygone semblable à celui de la base, mais beaucoup plus grand. C'est le développement géométrique du récipient. On découpe ce grand polygone, qui est le calibre du papier — et en son milieu, on évide le petit polygone de la base, ou bien on perce des trous correspondant à ses sommets.

[1] *L'Osmose et l'Osmogène Dubrunfaut dans la fabrication et le raffinage des sucres*, par Hippolyte Leplay. Paris, bureaux de la Sucrerie indigène, mai 1883.

Digitized by Google

Le calibre étant posé sur la pièce de papier, on trace le contour extérieur que l'on découpe — et l'on marque le polygone de la base (fig. 2).

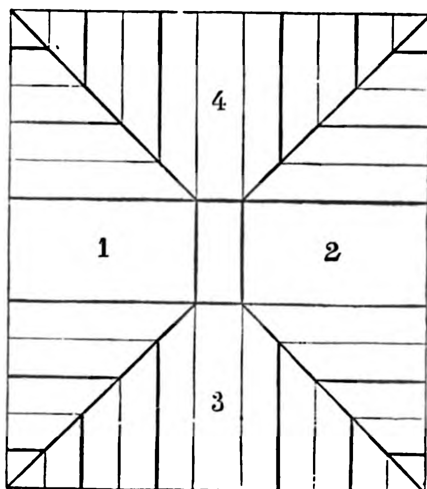


Fig. 2.

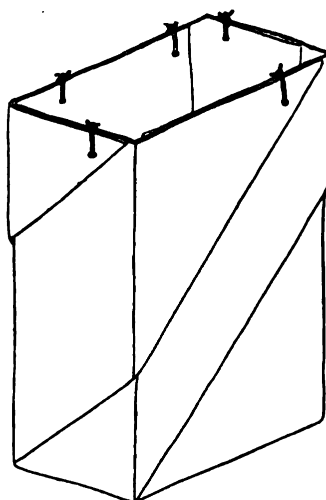


Fig. 3.

D'autre part, on a préparé un solide en bois, ayant extérieurement les dimensions intérieures du récipient à construire, mais



Fig. 4.

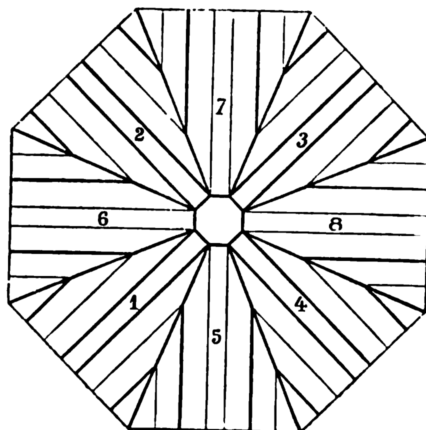


Fig. 5.

un peu plus haut : c'est le *calibre* du vase poreux. Sur la feuille

Digitized by Google

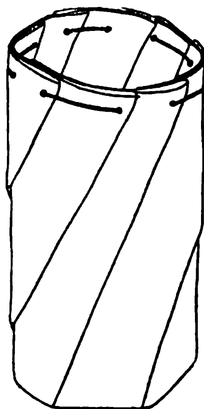
de papier découpée tout à l'heure, on pose, debout, le calibre de bois, en appliquant sa base sur le polygone central; puis on relève le papier tour autour, de manière à appliquer sur les quatre faces verticales du calibre, les panneaux 1, 2, 3, 4 (fig. 2); on les y maintient au besoin à l'aide de pièces de bois posées à cheval sur le septum.

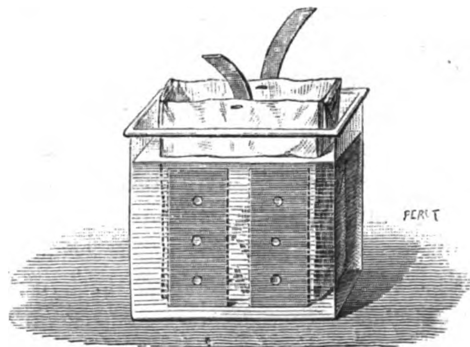
Ce qui reste de papier forme alors quatre cornes saillantes, dont on marque les plis diagonaux. Ces cornes doivent ensuite disparaître en plis superposés, qui couvrent une face du vase sur deux (fig. 1); ou bien on les fait tourner autour du récipient (fig. 3).

Le vase étant ainsi formé, on marque fortement tous les plis en passant les mains sur les angles et sur les faces du calibre.

Il est bon de mouiller préalablement le parchemin et de le laisser sécher sur le moule, en l'y retenant par des jarretières de caoutchouc. Le papier, élargi par l'eau, *retraite* en séchant et se tend sur le calibre, dont il épouse exactement la forme. Le moule doit avoir de la *dépouille* (c'est-à-dire être de forme pyramidale, un peu plus large à la partie supérieure qu'à la base) pour faciliter le démoulage.

Quand le calibre est retiré du vase, on arrête tous les plis par des agrafages ou des coutures pratiquées sur les bords.


Fig. 6.


Fig. 7

Ce procédé est applicable à la fabrication de vases poreux

Digitized by Google

prismatiques de diverses formes. Les figures 4 et 6 montrent deux vases poreux octogonaux, obtenus de la même manière; le vase figure 4 est à plis alternés et superposés, son développement est indiqué figure 5 ; le vase figure 6 est à plis tournants.

Tout vase dont le développement peut tenir dans les rouleaux de papier du commerce, est faisable par les moyens indiqués; mais il faut remarquer que la quantité de papier à dépenser en plis augmente beaucoup plus que la hauteur du vase. de sorte que le système est d'un emploi plus avantageux pour les prismes, dont la hauteur n'est pas très grande relativement à la base.

Il ne faudrait pas croire, pourtant, que tout le papier compris en dehors du développement géométrique du vase soit nuisible, ni même inutile; les expériences que j'ai faites avec mes piles zinc, soude cuivre, sulfate de cuivre[1], montrent que les surfaces repliées sont actives.

Cette pile était montée comme l'indique la figure 7 : le zinc (fig. 8) à l'intérieur du vase poreux contenant la dissolution de soude caustique, le cuivre dans le vase extérieur, renfermant la dissolution de sulfate de cuivre acidulée. Dans ces conditions, il semble que les actions voltaïques devraient se propager presque exclusivement par les grandes faces du vase poreux, et je les avais d'abord laissées libres, en accumulant les plis sur les petites faces. Plus tard, j'essayai de couvrir d'un vernis imperméable tous ces plis superposés, mais la résistance de la pile en fut notablement augmentée : ce fait démontra que les surfaces repliées fonctionnent utilement.

Voici une autre expérience prouvant qu'une surface plissée présente une résistance moins grande qu'une surface simple.

On a monté deux piles du modèle figure 7, l'un avec un vase poreux en toile de chanvre pliée comme l'indiquent les figures 1 et 2, l'autre en toile *cousue* sans pli : le premier couple était beaucoup moins résistant que le second.

Ces expériences indiquent qu'il est au moins inutile de s'appliquer à laisser lisses certaines faces du vase poreux. Dans les couples dont les deux liquides réagissent utilement l'un sur l'autre, le pliage tournant des figures 3 et 6 est à la fois plus

[1] *Compt. rend. de l'Acad. d. sc.*, 28 juin 1880.

Digitized by Google

commode et plus solide que le pliage alterné des figures 1 et 4.

Avant de quitter ce genre de récipients perméables, je dois signaler un cas particulier intéressant : celui d'un vase à base rectangulaire de largeur très-petite. La capacité d'un tel vase poreux est presque nulle; l'électrode le remplit à peu près. J'ai donné à ce genre de récipient très étroit le nom de *cloisonnement*.

On voit dans la pile figure 10 un zinc ainsi *cloisonné*. Le vase-cloisonnement est formé en pliant le papier directement sur l'électrode, celle-ci tenant lieu de calibre et restant à demeure dans le vase formé sur elle. Les pliages sont les mêmes que ceux indiqués figure 1, à cette différence près qu'on fait déborder les plis de chaque côté de l'électrode en manière de bourrelet, à

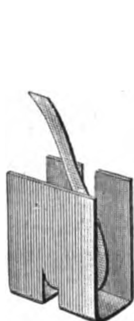


Fig. 8.

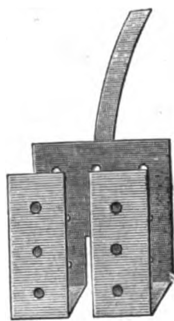


Fig. 9.

cause de l'étroitesse des panneaux 3 et 4 du développement. On peut aussi adopter un pliage tournant, analogue à celui de la figure 3.

Dans certaines combinaisons voltaïques à deux liquides où le zinc plonge dans une solution de sel de zinc, l'emploi des électrodes négatives cloisonnées permet de réduire le service de la pile au renouvellement d'un seul liquide.

La pile se réduit alors à un récipient contenant le liquide positif, et dans lequel plongent, côte à côte, l'électrode positive et l'électrode négative cloisonnée. La petite quantité de liquide emprisonnée sur le zinc par le cloisonnement est bientôt chargée de sel de zinc; la pile fonctionne comme un couple à deux liquides, l'excès de sel étant éliminé, à mesure de sa production, par une

Digitized by Google

action *d'osmose* dont le courant électrique règle automatiquement l'intensité.

Le cloisonnement du négatif est applicable à divers couples. Je l'ai employé avec succès dans la combinaison zinc, sulfate de zinc — cuivre, sulfate de cuivre : la pile se composait simplement d'un zinc cloisonné et d'un vase de cuivre dont le fond était intérieurement garni d'un plancher de bois. La figure 10 montre comment la pile était agencée pour le renouvellement quotidien du liquide (eau et sulfate de cuivre en cristaux)[1].

Dans les piles au bichromate de potasse, il serait fort utile de cloisonner le zinc ; mais je n'ai pu trouver aucune cloison souple

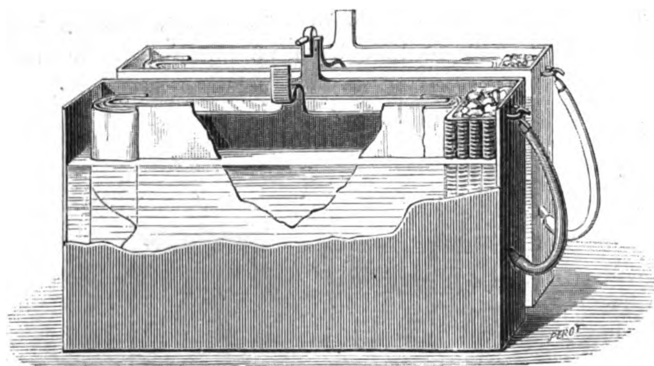


Fig. 10.

qui résistât à l'action oxydante du mélange chromique : pas même les cartons d'amiante ni les tissus de crin pur.

La variété des formats et épaisseurs du papier parchemin offre de grandes ressources à la fabrication des vases poreux et des cloisonnements ; la faculté qu'on a de superposer deux ou plusieurs épaisseurs de papier permet en outre de modifier leur perméabilité. Deux feuilles minces superposées n'offrent pas plus de résistance qu'un seul papier d'épaisseur double, et protègent mieux les deux liqueurs contre leurs réactions locales parasites.

Cette observation s'appliquera aux vases en papier, d'un genre différent, qui vont être décrits dans le chapitre suivant.

[1] Voy. la *Nature* du 1er avril 1882.

Digitized by Google

V

VASES POREUX ET CLOISONNEMENTS DE FORME POINTUE

Les vases poreux quasi prismatiques peuvent être fabriqués rapidement en quantités importantes, et livrés à bas prix; mais pour les expériences de laboratoire, leur construction réclame un outillage qui pourrait embarrasser les expérimentateurs. Voici un procédé plus simple, pour obtenir des vases poreux sans assemblage, de formes moins commodes — mais susceptibles pourtant d'être utilisés.

Une feuille de papier carrée (fig. 11), pliée en quatre selon ses deux diagonales, donne une paire de vases poreux triangulaires communiquants (vue de profil fig. 12, vue en dessus fig. 13).

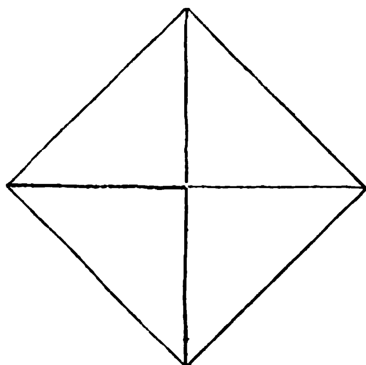


Fig. 11.

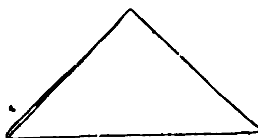


Fig. 12.



Fig. 13.

Ce double vase s'emploie de diverses manières. Les deux poches peuvent recevoir deux électrodes de même nom, en regard de chacune desquelles on place, dans le liquide extérieur, deux électrodes du nom contraire. Il est bon d'attacher ensemble les deux cornes du double vase, pour l'empêcher de bailler.

On peut aussi fixer ensemble, par leur bord supérieur, trois parois, en laissant la quatrième libre, comme on le fait pour les filtres de la même forme. Le vase poreux n'a plus alors qu'un seul compartiment à deux parois, dont l'une est plus perméable que l'autre.

Ces vases poreux de forme pointue n'ont pas une capacité fixe;

Digitized by Google

leurs parois très mobiles obéissent à la résultante des pressions qu'elles subissent à l'intérieur et à l'extérieur — et la capacité se règle automatiquement, de manière que les niveaux des deux liquides sont ceux qui correspondent à leur mutuel équilibre. Si l'on met peu ou point de liquide à l'intérieur, le vase s'aplatit; si l'on en met beaucoup, il s'ouvre : il peut donc fonctionner comme cloisonnement, aussi bien que comme vase poreux proprement dit.

Le vase devra être soutenu dans le liquide pour que sa pointe ne touche pas le fond; il est bon de consolider cette pointe fragile par un mastic.

Le vase poreux double, plié en deux selon la bissectrice de l'angle droit, devient un récipient quadruple.

En repliant un peu les deux cornes supérieures et la pointe, le vase prend une forme tronquée qui le rapproche de la forme rectangulaire.

La souplesse de ces vases permet de les rouler et de les contourner de diverses façons, selon le besoin.

Il est surprenant que les propriétés de cet objet si simple et si familier : une feuille de papier pliée en quatre, n'aient pas été plus tôt aperçues et utilisées pour la confection des vases poreux.

Tels sont les principaux *Vases poreux et cloisonnements* connus.

D'importantes questions se rattachent à celle de la confection des cloisons perméables : par exemple les capacités relatives à donner aux deux compartiments d'une pile, l'utilité des séparations dans les opérations électrolytiques, le rôle des cloisonnements dans les accumulateurs, etc. Mais ces questions diverses réclameraient une étude spéciale pour chaque cas particulier. J'ai dû les laisser de côté dans cette étude générale, et borner mon travail à la revue des moyens matériels employés pour séparer les électrolytes liquides dans les appareils d'analyse ou de synthèse électrique.

ÉMILE REYNIER.

Digitized by Google

LES APPAREILS NOUVEAUX

A L'EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ DE VIENNE

CHEMINS DE FER (*suite*)[1].

COMPAGNIE I. R. P. DU CHEMIN DE FER DU SUD AUTRICHIEN.

L'exposition de la Südbahn, par laquelle nous commencerons l'étude de la section étrangère, est de beaucoup la plus importante; on y remarque en effet un grand nombre d'appareils de l'exploitation technique, dont nous décrirons seulement les principaux.

Le *signal d'intercommunication*, imaginé par M. Kohn, inspecteur du service télégraphique de la Compagnie, diffère essentiellement des appareils du même genre en usage dans notre pays, par ce fait qu'il n'est pas disposé pour révéler les ruptures d'attelage, mais seulement pour transmettre les signaux d'appel faits par les voyageurs.

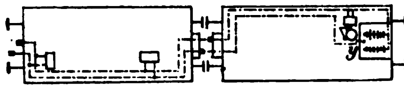


Fig. 1. — Disposition des conducteurs.

M. Kohn pense, en effet, qu'avec les perfectionnements actuels, réalisés dans le travail des métaux, les ruptures d'attelage des trains de voyageurs ne sont plus à craindre.

Cet appareil qui, par ce fait, a pu être légèrement simplifié, est formé de deux conduites, qui règnent sur toute la longueur du train, et sur lesquelles sont placés les commutateurs d'appel mis à la disposition des voyageurs.

La figure 1 représente un schéma de l'ensemble.

Les accouplements entre les voitures sont réalisés au moyen de deux contacts représentés figures 2 et 3. Le fil conducteur est soudé en *c* à l'intérieur du contact *b;* l'espace resté vide, à l'extrémité de ce contact, est rempli de plâtre humide, qu'on laisse

[1] Voy. table des matières du tome VI.

Digitized by Google

durcir, puis on recouvre le tout d'un écrou à double filet, serré énergiquement.

Le contact *b* est maintenu solidement dans une mortaise de contact *a* à l'aide d'un ressort *d*.

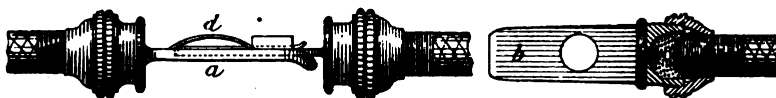


Fig. 2 et 3. — Accouplement.

Les commutateurs (fig. 4, 5, 6), fixés aux parois des voitures, sont formés de petites boîtes en bois que l'on peut fermer à l'aide de couvercles *t* à charnière et à jour.

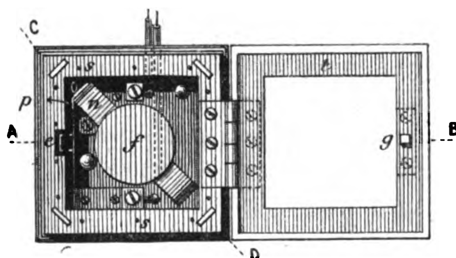


Fig. 4. — Vue de face du commutateur.

A l'intérieur de chaque boîte sont disposés deux ressorts *n* et *o*, normalement écartés l'un de l'autre, et qu'il suffit de rapprocher, en poussant avec le doigt sur la plaque *f*, reliée au ressort *n*, pour fermer le circuit de la pile et faire tinter d'une manière continue la sonnerie placée dans le fourgon.

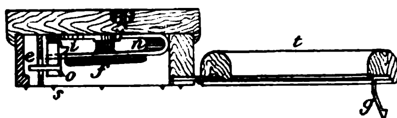


Fig. 5. — Coupe suivant A,B.



Fig. 6. — Coupe suivant C,D.

A cet effet, le ressort *o* porte une saillie *i*, qui maintient le ressort *n*, lorsque ce dernier a été poussé ; ce dernier ressort peut être ramené à sa position initiale en écartant le ressort *o*

Digitized by Google

dans la direction de la flèche *p*. En outre le ressort *o* porte un appendice *e* qui a pour but de s'arc-bouter contre le crochet *g* du couvercle *t*. Il en résulte que la boîte étant fermée, on ne peut plus l'ouvrir qu'en agissant sur le ressort *o*.

Or, avant de fermer le couvercle, on tend, sur la boîte, une feuille de papier assez solide qui protège le mécanisme et ne permet d'agir sur la plaque *f* qu'en crevant le papier.

La feuille de papier ne peut être remplacée qu'en ouvrant la boîte, ce qui a pour effet d'écarter automatiquement les deux ressorts ; enfin, comme on le voit sur les figures 5 et 6, les choses sont disposées de telle sorte que si, pendant l'opération de remplacement du papier, on venait, par inadvertance, à rapprocher les deux ressorts, la fermeture du couvercle rétablirait les organes dans leur bonne position.

Cet appareil est d'une extrême simplicité.

La sonnerie, comme au Nord et à l'Est français, est disposée de manière à ne pouvoir fonctionner sous l'action des trépidations ; elle est munie, à cet effet, d'un arrêt Walker.

Enfin la source d'électricité est formée par une batterie de 6 éléments Leclanché, dont 3 seulement sont en service courant, les 3 autres forment réserve.

Le système, que nous venons de décrire, était monté sur deux voitures dans lesquelles la Compagnie exposait également les *appareils destinés à l'éclairage par incandescence.* Nous croyons inutile de décrire le mode adopté par la Südbahn ; on trouvera en effet, dans le numéro 56 du 1er août 1883 de *l'Electricien*, p. 117, tous les renseignements désirables. C'est d'ailleurs, à peu de chose près, le procédé employé dans les expériences qui ont été faites l'année dernière à la Compagnie de P.-L.-M.

Puisque nous parlons du matériel, nous devons citer également la *voiture du chemin de fer électrique* destinée à la section de Mödling-Brühl, ouverte le 22 octobre dernier.

Dans ce système, l'électricité est envoyée à la machine réceptrice, placée sous le wagon, à l'aide de conducteurs aériens, maintenus par des isolateurs et supportés par des fils fixés sur les mêmes poteaux. C'est le même système que le tramway Siemens qui fonctionnait à Paris, en 1881.

Parmi les appareils de la télégraphie, nous décrirons le

Digitized by Google

Sounder représenté figure 7. Cet appareil, récemment imaginé, est monté sur une boîte sonore. Il fonctionne comme un relai ordinaire; mais les chocs que l'on peut lui faire produire sont si intenses, qu'il permet de recevoir au son les dépêches dont la transcription n'est pas réglementaire.

Un *raccordement à pinces* permet d'employer cet appareil comme sonnerie. Il est en usage dans les postes desservis par un seul agent et dans lesquels aboutissent un grand nombre de lignes. De cette façon l'attention de l'employé est appelée plus sûrement qu'avec les relais ordinaires.

Ce petit appareil, très peu volumineux, peut être utilisé comme *télégraphe portatif.* A ce propos, indiquons que la Südbahn expose un télégraphe portatif qui fonctionne avec un relai ne

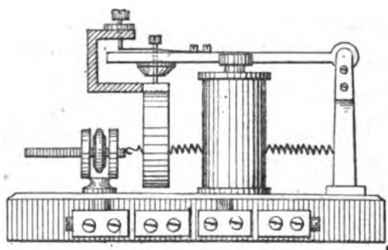


Fig. 7. — Sounder.

comportant qu'une seule bobine. Pour installer ce télégraphe en pleine voie, on se relie à la ligne de la manière suivante : On engage le fil dans les entailles obliques de deux pièces latérales isolées d'un petit appareil. Le fil y est maintenu à l'aide de vis de pression. On coupe le fil au-dessus de la pièce centrale d'où part le câble qui relie le télégraphe à la ligne.

Citons, pour clore la description des principaux appareils exposés par la Südbahn, un *indicateur électrique de niveau d'eau* permettant de connaître à chaque instant, et à 0,05 près, le niveau de l'eau d'un réservoir ; un *compteur de tours* pour machines à vapeur ; des *paratonnerres*, etc.

Qu'il nous soit permis, en terminant, de remercier bien vivement M. Kohn de l'obligeance avec laquelle il donnait tous les renseignements qui lui étaient demandés, non-seulement sur les

Digitized by Google

appareils exposés par la Compagnie à laquelle il appartient, mais encore sur toutes les expositions de chemins de fer.

CHEMIN DE FER DE L'ÉTAT AUTRICHIEN

On remarque tout d'abord un grand tableau représentant l'étendue du réseau télégraphique de ce chemin, elle s'élève à 5850 kilomètres.

Un *poste télégraphique de translation*, pour trois lignes, et disposé pour un bureau à local très restreint, est installé sur une petite table de moins d'un mètre carré et demi de surface.

Un *petit télégraphe de campagne* dû à M. Gattinger, ingénieur chargé du service télégraphique, et disposé dans un coffre à poignée, mérite d'être mentionné; cet appareil, qui figurait déjà à Paris en 1881, ne demande pas cinq minutes pour son installation et son démontage.

On voit également huit *mouvements de déclenchement des cloches* employés couramment en Autriche et en Allemagne pour produire des signaux de toutes natures. Ces mouvements sont les transformations successives subies par l'appareil depuis 1859. A côté se trouve un *indicateur automatique pour signaux*, construit par M. Prasch.

Un *système d'intercommunication électrique* dû à M. Gattinger est également suspendu à la muraille. Cet appareil, construit spécialement pour une application, aux trains mixtes du système d'appel, réservé jusqu'ici aux trains de voyageurs, fonctionne à l'aide d'une conduite unique qui règne sur tout le train. Les rails servent pour le courant de retour. Pour prouver que le signal fonctionne même lors du passage d'un train sur un rail mauvais conducteur, on a fait des expériences en insérant dans l'appareil un rhéostat présentant une résistance égale à celle offerte par une ligne télégraphique de 330 kilomètres de longueur.

Nous citerons encore le *disque électrique* système *Teirich* et *Leopolder*, ainsi que le modèle du disque électrique *Schönbach* avec retour mécanique.

Enfin la lampe *Sedlaczek-Wikulill*, destinée à l'éclairage de l'avant des locomotives et qui a été essayée, il y a environ deux ans, par la Compagnie du Nord français, était égalcment exposée.

Digitized by Google

Une lampe de ce système fonctionnait au portail ouest de la rotonde.

(*A suivre.*) L. Chenut.

NOUVEAU GALVANOMÈTRE A SOLÉNOIDE

DU DOCTEUR ÉMILE BŒTTCHER

Cet appareil se compose essentiellement d'une balance de Salter du type employé comme pèse-lettres, au crochet B duquel, au lieu du plateau destiné à porter l'objet à peser, est suspendu librement un cylindre de fer doux C (voy. la figure 1 qui représente un diagramme de l'appareil dessiné d'après un croquis que nous tenons de l'obligeance de l'inventeur). Ce cylindre C, de 20 centimètres de hauteur sur 1 à 1,5 centimètre de diamètre, plonge à l'intérieur d'un solénoïde SS (vu en coupe dans la fig. 1), de 20 centimètres de longueur, lequel est fixé au support de la balance. Le fil est réglé de manière à ce que l'extrémité inférieure du cylindre C dépasse de 10 centimètres l'extrémité inférieure du solénoïde SS. Au moyen de vis de rappel V et V', on peut d'ailleurs régler l'instrument de manière que le cylindre de fer doux puisse émerger de quantités variables *ab*, ce qui permet d'obtenir, suivant les cas, des sensibilités différentes.

Il est facile de se rendre compte du jeu de cet appareil ; quand un courant électrique traverse le solénoïde, le ressort de la balance tendu par le poids du cylindre est soulagé par la traction de bas en haut exercée sur le cylindre de fer doux par le solénoïde et un index I glissant sur une échelle E fixée contre la balance, s'élève d'autant plus que la traction de bas en haut est plus forte, c'est-à-dire que l'intensité du courant est plus grande.

Cet appareil est susceptible de recevoir une graduation rationnelle. C'est ce qui ressort des expériences faites par M. le docteur Emile Boettcher. A cet effet, il mesura la traction exercée par le solénoïde sur le cylindre, dans des positions correspondant à des valeurs de *ab* de 15, 10, 5 et 1 centimètres, pour des intensités de courant de 4, 5 et 6 ampères, fournies par une machine dynamo-électrique. L'échelle E est divisée en deux parties ; les divisions de la partie gauche indiqueront l'intensité du cou-

Digitized by Google

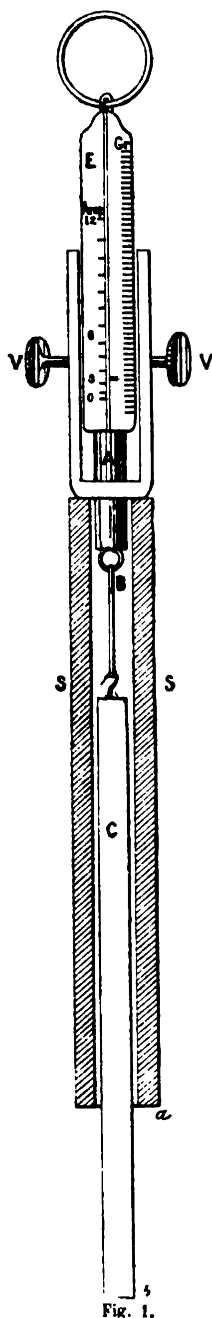


Fig. 1.

rant en ampères; la partie droite est réservée à la graduation en grammes correspondant à l'effort de tension du ressort de la balance. Si donc, avant le passage du courant, le poids du cylindre produit une tension de 12 grammes, par exemple, et pendant le passage du cou-

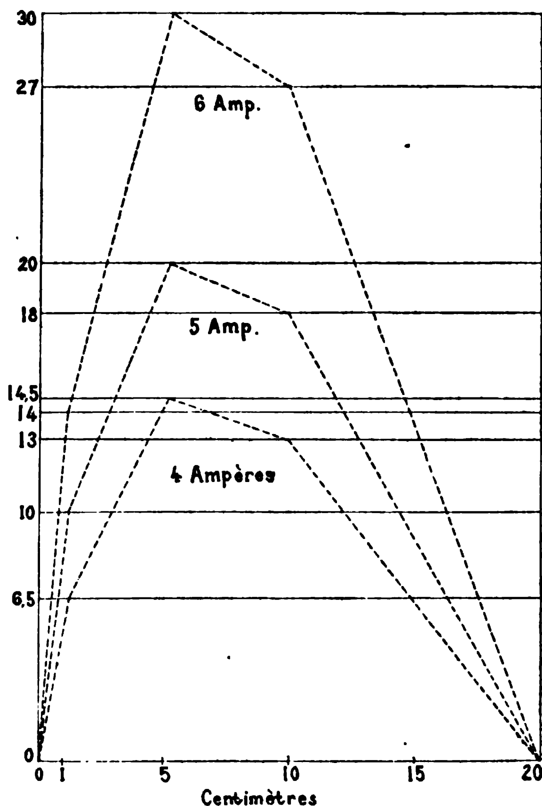


Fig. 2.

rant une tension de 4 grammes, c'est que la traction de bas en haut résultant de l'attraction du solénoïde sur le fer doux, est de $12-4=8$ grammes.

Les résultats de ces expériences sont consignés dans le tableau suivant :

Digitized by Google

ÉMERGENCE *a b* DU CYLINDRE DE FER DOUX.	TRACTION DE BAS EN HAUT DU CYLINDRE DE FER DOUX.		
	pour 4 ampères.	pour 5 ampères.	pour 6 ampères.
	gr.	gr.	gr.
15 centimètres ou 3/4	6,5	10	14
10 — ou 1/2 . . .	13,0	18	27
5 — ou 1/4	14,5	20	30
1 — ou 1/20. . . .	6,5	10	14

Ces chiffres peuvent se résumer dans le tableau graphique (fig. 2) dont les abscisses représentent les distances *ab* en centimètres, et les ordonnées les efforts de traction de bas en haut en grammes. L'on voit que l'effet maximum est produit quand le cylindre émerge de 1/4 de sa longueur. Pour une même position initiale du fer doux, les efforts de traction sont proportionnels au carré des intensités du courant qui traverse le solénoïde, ce qui concorde parfaitement avec la loi bien connue des attractions électro-magnétiques.

Un avantage de cet instrument, c'est qu'il n'a besoin d'installation d'aucune sorte ; il suffit de le tenir à peu près verticalement par l'anneau supérieur pour qu'il donne des mesures d'une exactitude suffisante pour la pratique. N. DE TÉDESCO.

COMPTEUR POUR DIFFUSEURS

SYSTÈME DE J. ET H. SEBEK (DE PRAGUE)

Il existe déjà plusieurs systèmes de compteurs pour diffuseurs, employés dans les sucreries ; les uns, comme celui de Divis Gross, fonctionnent quand le diffuseur est plein et s'arrêtent quand il est vide ; d'autres fonctionnent suivant que le couvercle du diffuseur s'ouvre ou se ferme mécaniquement.

Le système que nous allons décrire diffère entièrement de ceux employés jusqu'ici ; son fonctionnement est indépendant du diffuseur. Il se compose essentiellement d'un compteur électrique proprement dit A et d'une pile B, reliés électriquement (fig. 1) par une conduite C formée de deux fils isolés et protégés par un

Digitized by Google

tube en laiton. Ces fils sont fixés d'un côté aux pôles de la pile et de l'autre aux extrémités du fil des bobines du compteur.

La pile B est elle-même directement reliée au diffuseur D par deux petits tuyaux *a* et *b*. De sorte que lorsque le diffuseur s'emplit, le vase T, renfermant les plaques de zinc et de cuivre, s'emplit également de liquide saturé de sel qui agit aussitôt sur ces plaques métalliques, en produisant le courant envoyé dans le compteur. Il a pour effet, comme nous le verrons plus loin,

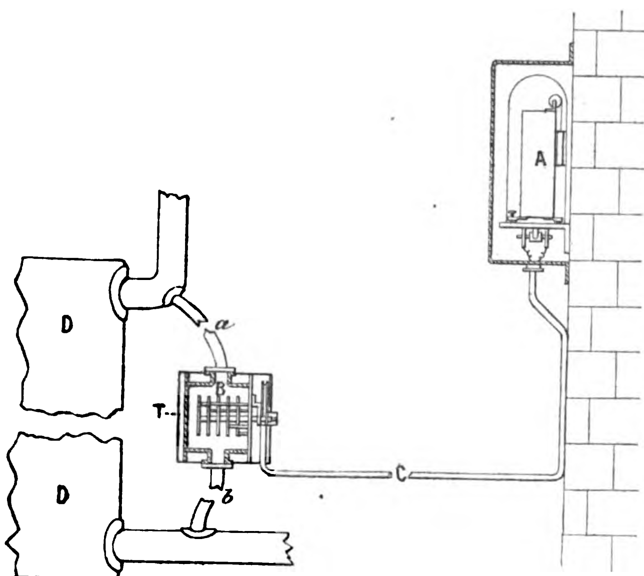


Fig. 1.

d'attirer une armature reliée à un système d'horlogerie qui indique le nombre d'attractions de cette armature.

La pile est formée de deux plaques de zinc et de trois plaques de cuivre, respectivement isolées et placées de telle sorte qu'une plaque de zinc se trouve entre deux plaques de cuivre. Sans entrer dans de plus amples détails, ajoutons cependant que des frotteurs, manœuvrés de l'extérieur, permettent de nettoyer les plaques métalliques et d'enlever les boues et les oxydes qui, en se déposant à la surface, viendraient diminuer la puissance de l'appareil.

Digitized by Google

Le compteur proprement dit (fig. 2 et 3), renfermé dans une boîte E, est fermé d'un électro-aimant F, relié par l'armature l à un mouvement d'horlogerie se composant de 6 roues suspendues entre deux plaques en laiton m et n.

L'armature l est l'une des extrémités d'un levier coudé L, mobile autour d'un axe O et dont l'autre extrémité vient buter contre les vis p et q, maintenues par un support s, fixé sur le fond de la boîte.

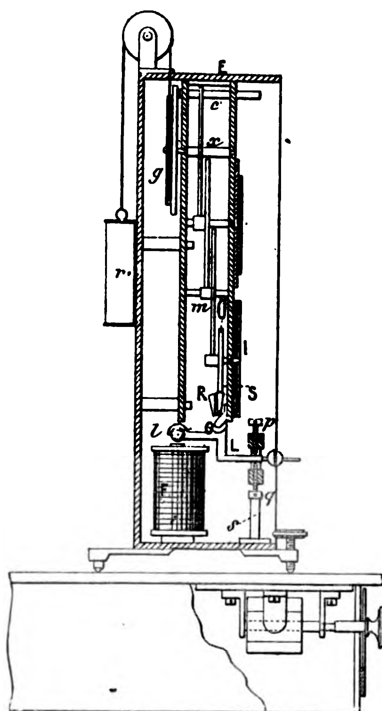


Fig. 2.

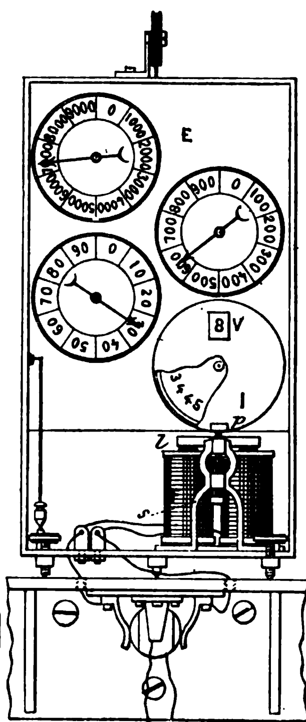


Fig. 3.

Le levier L porte en outre deux appendices R et S qui, dans leur mouvement alternatif de va-et-vient, agissent sur une roue U sur l'axe de laquelle est calé un disque en laiton I, portant à sa circonférence les chiffres 0, 0,1, 1, 2, 2.....9, 9. Ce disque est recouvert d'une plaque en laiton à l'ouverture V de laquelle apparaît un chiffre du disque.

Les diverses roues engrènent avec un pignon calé sur l'axe de

Digitized by Google

la roue précédente. Les axes de chacune d'elles sont munis, à leurs extrémités, d'une aiguille qui se déplace sur un cadran gradué. Ces cadrans sont gradués en proportion décimale croissante 10, 100, 1000, etc.

Sur l'axe *x* de la deuxième roue est calée une poulie à gorge *g*, sur laquelle s'enroule une corde terminée à son extrémité par un poids *r*. L'appareil peut être remonté à l'aide d'une clef d'horloge ordinaire que l'on place sur le carré *c*.

On comprend aisément que, chaque fois qu'un diffuseur s'emplit, l'armature *l* est attirée par l'électro-aimant F. Le disque I fait alors 1/20 de tour et un chiffre apparaît à la fenêtre V. Quand le diffuseur se vide, l'électro abandonne l'armature *l*. La roue U fait encore 1/20 de tour et un chiffre identique au précédent apparaît à la fenêtre.

Chaque dixième de tour de la roue U correspond donc à un diffuseur empli et vidé. L'appareil, tel qu'il est représenté, est suffisant pour enregistrer le travail de toute une campagne. Il ne doit donc être remonté qu'à la fin de chaque saison.

Le montage de l'appareil est facilité par un commutateur porté par la console et que l'on peut facilement intercaler dans le circuit.

Le tout est recouvert d'un abri en verre et enfermé dans une boîte plombée qui, tout en écartant les fraudes, met l'appareil à l'abri des accidents. L. Chenut

---

MACHINES A GROS FIL ET MACHINES A FIL FIN

NOTE SUR UNE PARTICULARITÉ TIRÉE DE LA COMPARAISON DE CES MACHINES

I

La force électro-magnétique qui s'exerce sur un conducteur rectiligne de longueur L, soumis à l'action d'un champ magnétique H, dont les lignes de force font un angle α avec la direction du conducteur, a pour expression :

$$F = HIL \sin \alpha \qquad (1).$$

Digitized by Google

Supposons un autre système électro-magnétique dans lequel H et sin α sont les mêmes que précédemment, tandis que la longueur L a été modifiée et transformée en L_1. L'effort et l'intensité ont deux valeurs correspondantes F_1, I_1 satisfaisant à la relation

$$F_1 = HI_1L_1 \sin \alpha \qquad (2).$$

Reprenons (1) et (2). Mettons-les sous la forme :

$$I = \frac{1}{HL \sin \alpha} \cdot F \qquad (1')$$

$$I_1 = \frac{1}{HL_1 \sin \alpha} F_1 \qquad (2')$$

Admettons $L_1 > L$. (1') et (2') donnent :

$$\frac{dI}{dF} > \frac{dI_1}{dF_1}$$

Car on a respectivement :

$$\frac{dI}{dF} = \frac{1}{HL \sin \alpha} \qquad \frac{dI_1}{dF_1} = \frac{1}{HL_1 \sin \alpha}.$$

Ce qui signifie que, *dans un système électro-magnétique, la variation élémentaire de l'intensité est à la variation correspondante de l'action attractive ou répulsive, toutes choses égales d'ailleurs, dans un rapport d'autant plus grand que la longueur du fil soumis à l'action du champ est plus petite.*

II

L'importance de ce corollaire de la formule précédemment énoncée est mise en relief par l'étude du fonctionnement des machines dynamos.

Considérons ces machines comme des systèmes électro-magnétiques simples, et auxquels on puisse appliquer la formule

$$F = HIL \sin \alpha$$

(Remarquons que, dans les machines à anneau (Gramme) et à

Digitized by Google

tambour (Siemens), on a $\alpha = 90°$ $\sin \alpha = 1$, ce qui fait : $F = HIL$).

$$F = f(I)IL$$

$$I = \frac{F}{f(I)L} \qquad (3)$$

Pour de faibles intensités on remarque ce fait signalé par MM. Marcel Deprez et Frölich, que la relation (3) tend progressivement vers la fonction linéaire.

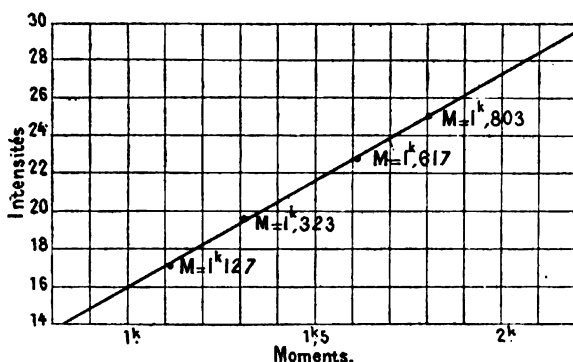


Fig. 1. — Machine type d'atelier.

M. Frölich a donné une démonstration approchée des deux portions de courbe — initiale et finale — qui, selon lui, suffiraient à montrer l'ensemble des variations du phénomène. Mais ce qu'il importe de constater, c'est qu'à partir d'une certaine valeur I_0 de I, on a

$$f(I) = \text{constante} = f(I_0)$$

I_0, est l'intensité limite de la saturation des inducteurs.

Posons :
$$\frac{1}{f(I_0)L} = \frac{1}{H_0L}$$

H_0, intensité moyenne calculée du champ de la machine.

On a donc, au delà de la saturation :

$$I = \frac{1}{H_0L} F \qquad (4)$$

Soit une autre machine, de même carcasse que la précédente,

et où le champ magnétique est également saturé (la valeur moyenne de ce champ sera donc, par hypothèse, H_0).

On aura :

$$I_1 = \frac{1}{H_0 L_1} F_1 \qquad (5).$$

Nous tirons de (4) et de (5)

$$\frac{dI}{dF} = \frac{1}{H_0 L} \qquad \frac{dI_1}{dF_1} = \frac{1}{H_0 L_1},$$

Soit

$$L < L_1$$

$$\frac{dI}{dF} > \frac{dI_1}{dF_1}$$

et la droite représentative des intensités en fonction des efforts, dans la première machine, fait avec l'axe des F un angle plus grand que l'angle correspondant tiré de la seconde fonction linéaire, qui représente les variations du phénomène dans la seconde machine.

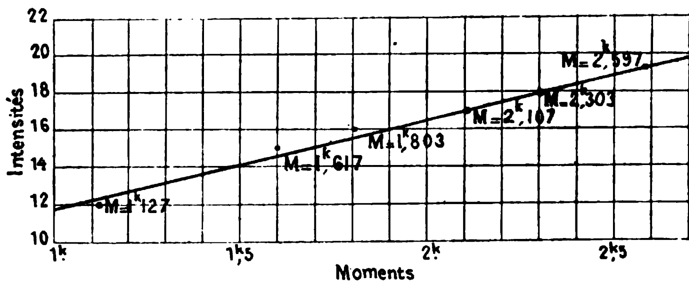


Fig. 2. — Machine type haute tension.

C'est ce que l'expérience permet de vérifier.

Les figures 1 et 2 représentent les droites obtenues avec deux machines Gramme, l'une dite *type d'atelier*, l'autre *type haute tension*, dans les ateliers de la maison Breguet.

Les carcasses de ces deux machines diffèrent peu. On en jugera par ce fait que le diamètre d'un anneau a environ 2 millimètres de plus que le diamètre de l'autre.

Digitized by Google

Le fil induit de la machine type d'atelier a pour diamètre $\frac{18}{10}$ de millimètre; celui de l'autre machine $\frac{15}{10}$ de millimètre. Comme la théorie le faisait prévoir, le fil le plus long donne la droite dont l'inclinaison est la moindre.

III

Au point de vue pratique, ces résultats sont à considérer. On peut en conclure que, comme réceptrices, à égalité de champ magnétique, les machines à gros fil sont plus difficiles à conduire que les autres.

En effet, dans les premières, un accroissement imprévu du moment résistant pourra faire monter rapidement la valeur de l'intensité jusqu'à la rendre dangereuse pour les organes électriques par la chaleur accidentellement développée, qui, elle, croîtra comme le carré de cette intensité.

Les machines à fil fin paraissent avoir une plus grande élasticité d'effort.

Nous pouvons consigner ce résultat jusqu'à ce que l'on arrive à constituer des champs magnétiques assez intenses pour abaisser l'inclinaison de la droite des intensités. A. HILLAIRET.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

EXPOSITIONS INTERNATIONALES. — L'Exposition d'électricité de Vienne vient de prendre fin; l'Exposition de Rouen est en voie de progrès; l'Exposition de Turin promet beaucoup, plus de 1800 exposants ayant déjà souscrit.

Une Exposition internationale d'hygiène doit avoir lieu à Londres, en 1884, dans les bâtiments qui ont servi à l'Exposition des pêcheries. De grands efforts sont déjà faits pour décider les Compagnies et entrepreneurs d'éclairage électrique à contribuer à l'éclairage de l'immense espace occupé par cette exhibition, et situé sur les terrains de l'*Horticultural Society* à South Kensington, ou autrement dit pour renouveler le déploiement d'illumination électrique qui a contribué à l'immense succès de l'Exposition des pêcheries. Cette exhibition est placée sous le

Digitized by Google

patronage de la famille royale, et il est probable qu'elle sera non moins intéressante que la précédente, au point de vue de l'éclairage électrique, présentant sur les expositions ordinaires cet avantage que les exposants seront libéralement rémunérés par l'Administration de l'Exposition pour l'éclairage fourni. M. Gooch reste chargé du service de l'éclairage électrique.

Une Exposition universelle d'électricité doit avoir lieu à Philadelphie, en 1884; une Exposition hongroise à Pesth, en 1885. Enfin l'Exposition internationale de Calcutta vient de s'ouvrir, et quoique l'éclairage électrique ait refusé de fonctionner le jour de l'inauguration, il est appelé à jouer un rôle marquant pendant la durée de cette exposition. Sir John Bennett, l'horloger et conseiller municipal bien connu et si populaire de la City, parcourt, depuis des années, l'Angleterre, en qualité de conférencier. Les sujets favoris de ses conférences étaient, jusqu'ici : *La Chambre des lords, son histoire et son origine* et *La montre et sa fabrication.*

Sir John vient d'ajouter une troisième corde à son arc de conférencier et le 17 courant, a donné, à l'Exposition d'Uddersfield, une conférence sur les *Expositions électriques en Angleterre et à l'étranger.*

Éclairage électrique. — L'Administration du Palais de Cristal annonce qu'elle est prête à recevoir des devis pour l'éclairage des nefs et transepts de cet édifice. Les propositions devront s'appliquer à des contrats d'une année, de deux et de trois ans séparément, l'Administration se réservant de contracter pour l'une quelconque de ces périodes. La lumière à arc doit seule être employée. Le cahier des charges est envoyé à ceux qui en font la demande au directeur du Crystal Palace, M. G. G. Cleather. L'éclairage électrique, au moyen de la lumière à incandescence ou de tout autre système, de *Mansion House*, la résidence officielle du lord Mayor, est aussi mise en adjudication par le *General Purposes Committee of the Corporation of London*, lequel se réunira le mercredi 23 janvier 1884, à 1 heure après-midi, pour considérer les soumissions. Les plans, sections et détails peuvent être obtenus de l'architecte, à Guildhall, et les soumissionnaires doivent être présents à l'ouverture des soumissions. Le *Street Committee* (Commission des rues) *of the Commissioners of Sewers of the City of London* met en adjudication, pour une période ne dépassant pas cinq années, l'éclairage de certaines voies publiques de la City. L'examen des soumissions aura lieu le 25 février, et les adjudications auront le privilège de l'éclairage privé des maisons bordant les voies publiques qu'ils seront admis à éclairer. La *Westminster District Electric Lighting C°* a notifié son intention de demander au *Board of Trade* un ordre provi-

Digitized by Google

soire pour la fourniture du courant électrique, pour usages publics et particuliers, dans le district régi par le *Westminster Board of Works*, lequel comprend, entre autres, les voies publiques suivantes: Vauxhall Bridge, Vauxhall Bridge Road, Francis Street, Grosvenor Road, Lambeth Bridge, Horseferry Road, Strutten Ground, Victoria Street, Tothill Street, Broadway, Queen Ann's Gate, Birdcage Walk, The Mall, Great George Street, The Sanctuary, Bridge Street, Westminster Bridge, Saint Margaret Street, Old Palace Yard, Parliament Street, Downing Street, Whitehall, Great Scotland Yard, Knightsbridge, Kensington-gore, Rutland Gate, Prince's Gate, Exhibition Road, Prince's Gardens, Montpellier-Square, etc. La *West Middlesex Electric Lighting Company* (*Limited*) demande des pouvoirs semblables pour l'éclairage du district régi par le *Fulham District Board of Works*. La *Telegraph Construction and Maintenance C°* et la *West London Electric Lighting C°* demandent le transfert en leur faveur de tous les droits et privilèges concédés à la *Edison Electric Light C°* par les paroisses de Saint James et Saint Martin, et aussi les pouvoirs nécessaires pour la fourniture du courant électrique dans la paroisse de Saint George, Hanover Square. Les Corporations de Bury Saint Edmunds, Saint Helens, et Bootle-cum-Linacre sont également en instance pour l'obtention de pouvoirs similaires dans leurs paroisses respectives.

Fils aériens. — Dans la nuit du mardi au mercredi, du 11 au 12 décembre, une tempête formidable dont les effets se sont fait sentir sur toute l'étendue du pays a causé des ravages considérables. Nombre de maisons ont été démolies; dans les centres industriels, quantités de cheminées d'usines, quelques-unes de 35 mètres de hauteur, se sont abattues entraînant dans leur chute des bâtiments entiers.

Le dommage causé aux lignes télégraphiques et téléphoniques est incalculable et, en dehors de la question du danger occasionné au public par la présence de fils aériens, se pose la question du dommage causé aux fils et poteaux par de pareilles accidents, sans compter le grave ennui de l'interruption des services.

Les rapports nombreux arrivés de province, ainsi que d'Écosse et d'Irlande, annoncent des interruptions générales dans le service.

Le trafic des Compagnies de chemins de fer, lequel dépend en grande partie d'un bon service télégraphique, souffre considérablement dans de pareilles éventualités et un danger d'une autre nature s'est révélé à cette occasion, c'est celui de poteaux télégraphiques tombant en travers des voies ferrées. Malgré le bon marché des lignes aériennes, il faudra bien se résigner à prendre le taureau par les

Digitized by Google

cornes et établir des réseaux souterrains qui, quoique plus chers de prime abord, doivent nécessairement se trouver économiques à la longue.

Un accident d'une nature toute particulière s'est produit à Bradford, au fort de la tourmente : la cloche d'un gazomètre, contenant 6500 mètres cubes de gaz, a été arrachée de ses guides et attaches et complètement retournée, laissant échapper dans l'atmosphère son contenu auquel un réverbère voisin allumé mit le feu.

Le voisinage s'est trouvé illuminé, pendant quelques instants, par une onde lumineuse intense, s'élevant à une hauteur prodigieuse, puis tout est rentré dans l'obscurité dont le district ne sortira qu'après que les dégâts auront été réparés.

Lorsqu'on compare ces accidents dont les résultats auraient pu être d'une gravité considérable, ainsi que la ruine d'un bâtiment comme celui du parlement de Bruxelles, dont la perte évaluée à 12 millions de francs a été causée par un *sun-burner* à gaz, et les accidents très rares et tous isolés causés par le fluide électrique dans l'enfance de l'industrie de l'éclairage, il n'est pas difficile d'en tirer la morale et il y a tout à espérer qu'elle portera ses fruits. J.-A. BERLY.

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE A L'HOTEL DE VILLE DE PARIS

L'installation d'éclairage électrique par incandescence faite par la Société Edison au nouvel Hôtel de ville de Paris comporte 500 lampes environ réparties dans la salle du Conseil municipal et ses bureaux situés au même étage que cette salle.

Les circuits sont groupés en trois réseaux principaux, savoir :

1° Celui comprenant la partie de la façade et desservant : la salle du conseil, les bureaux des présidents du Conseil municipal et du Conseil général, la salle de la commission du budget, la bibliothèque, le vestiaire, la buvette et divers bureaux et antichambres.

Ce premier réseau comporte 296 lampes A de 16 bougies anglaises.

2° Celui qui dessert les bureaux placés autour de la cour centrale ; ce réseau comporte 74 lampes A.

3° Le réseaux des bureaux du côté de la rue de Rivoli, comprenant 130 lampes A environ.

Chacun de ces réseaux est alimenté par un câble spécial relié aux machines dynamo-électriques établies dans les sous-sols.

Digitized by Google

Les machines dynamos sont du système Edison (type K) et au nombre de deux; elles peuvent alimenter chacune 250 lampes. Elles sont accouplées *en quantité*. Leur fonctionnement est assuré par deux machines à vapeur de Weyher et Richemond, à deux cylindres et à détente variable par le régulateur. Les induits font 900 tours par minute. L'électricité est débitée sous une tension de 110 volts. La perte dans les conducteurs est de 10 volts environ. Les lampes fonctionnent donc sous une tension de 100 volts. Près de chaque dynamo est un régulateur au moyen duquel on peut introduire des résistances variables dans le circuit d'excitation, suivant le nombre des lampes allumées; on maintient ainsi au même point leur intensité lumineuse.

Chaque réseau est alimenté par un câble spécial. Le câble du côté façade et celui du réseau des bureaux de la cour traversent les sous-sols où sont installés les machines et montent à l'étage au-dessus à la salle du Conseil municipal où ils sont ramifiés en diverses dérivations desservant des groupes de salles.

Le réseau de la façade et celui de la cour comportent chacun trois groupes.

Les fils desservant les bureaux de chaque groupe sont réunis sur des tableaux contenant les commutateurs pour l'allumage et l'extinction et des coupe-circuits de protection.

Le câble principal desservant les bureaux du côté de la rue de Rivoli se divise en quatre groupes comportant chacun un certain nombre de circuits secondaires réunis également sur des tableaux où sont placés les coupe-circuits et les commutateurs.

La distribution des fils est analogue à celle de l'éclairage au gaz. Sur les conduites des groupes sont des lames de plomb intercalées, pour la protection, et des commutateurs; le tout, dans des boîtes ou tableaux. Dans les tableaux de distribution de chaque groupe, les coupe-circuits sont formés par des bouchons mobiles, en plâtre, contenant un fil de plomb d'une section calculée pour le nombre de lampes desservies par le fil; ce nombre est indiqué sur le bouchon de manière à le remplacer par un autre semblable si le fil fond soit par une trop grande intensité du courant, soit parce que deux parties parallèles du circuit se touchant par suite d'une rupture, la résistance diminue et l'intensité augmente de ce fait : on évite ainsi les risques d'incendie.

En sortant des tableaux de commutation, chaque circuit secondaire se ramifie dans des lustres, appliques, chandeliers. Dans cette nouvelle distribution, à chaque prise de courant est adapté un coupe-circuit. Ces coupe-circuits se trouvent toujours à la vue, soit avant que les fils passent dans les planchers, soit que les fils circulent dans

Digitized by Google

les salles le long des frises. Dans le cas des chandeliers, sur le trajet du circuit de chacun d'eux et après le coupe-circuit, se trouve à un endroit convenable une prise de courant formée par un bouchon à vis qu'on peut démontrer de manière à enlever le chandelier avec une partie de son circuit, soit pendant la saison d'été, soit pour les réparations.

Sauf dans quelques cas, il est à remarquer qu'il n'y a pas dans les salles de commutateur spécial pour chaque lustre, chaque applique; mais l'appareillage actuellement en place est provisoire, il sera remplacé par des appareils étudiés avec le concours des architectes de la Ville et dans lesquels cette lacune sera comblée. G. D.

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 17 décembre 1883.

Sur une méthode pratique pour la comparaison photométrique des sources usuelles diversement colorées. — Note de M. J. Macé de Lépinay, présentée par M. Desains.

Le problème dont je me suis proposé de donner une solution pratique est l'un de ceux qui ont été posés par le Congrès international des électriciens.

La comparaison photométrique directe de deux sources diversement colorées est toujours possible. Elle est même relativement facile dans le cas des sources usuelles, dont les colorations ne sont jamais extrêmement différentes. Mais, même dans ce cas, elle exige une certaine habitude, une certaine éducation de l'œil : c'est là un grave inconvénient que je me suis proposé de faire disparaître.

Je m'appuie à cet effet sur la loi suivante, énoncée par Becquerel et qui a servi de point de départ à M. Crova dans ses recherches sur la mesure optique des hautes températures.

Quand des corps de même température et de pouvoirs émissifs différents sont placés dans une enceinte obscure, ils émettent des lumières d'intensités très différentes, mais de même composition.

Cette loi, ainsi que M. Crova l'a fait remarquer, est directement applicable aux sources lumineuses usuelles, qui, toutes, sont consti-

Digitized by Google

tuées par des particules solides rendues incandescentes par la haute température à laquelle elles sont portées.

Soit dès lors I l'intensité de l'une de ces sources, déduite de sa comparaison directe avec l'étalon Carcel. Désignons, d'autre part, par R l'intensité, mesurée au spectrophotomètre, de l'une de ses radiations rouges, de longueur d'onde déterminée, rapportée à celle de la radiation de même espèce de l'étalon Carcel, et par V l'intensité, définie de même, de l'une de ses radiations vertes. Si l'on substitue à cette première source une autre de même température, les trois quantités I, V et R resteront proportionnelles, et par suite, pour toutes ces sources, les deux rapports $\frac{I}{R}$ et $\frac{V}{R}$ conserveront les mêmes valeurs.

Si nous imaginons, d'autre part, que la température de la source étudiée vienne à varier d'une manière continue, il en sera de même de la composition de la radiation qu'elle émet, et, par suite, les deux rapports $\frac{I}{R}$ et $\frac{V}{R}$ varieront d'une manière continue. On est donc en droit de poser

$$\frac{I}{R}=f\left(\frac{V}{R}\right). \qquad (1)$$

Supposons dès lors que, par un nombre suffisant d'expériences, on soit parvenu à déterminer la nature de cette fonction, $f\left(\frac{V}{R}\right)$: il suffira pour pouvoir calculer au moyen de l'équation (1) l'intensité d'une source usuelle quelconque de mesurer R et V :

Il est donc possible de substituer à la mesure directe de l'intensité d'une source deux mesures d'intensités de radiations de même espèce.

Sous la forme indiquée, toutefois, la solution du problème ne serait pas encore pratique, car elle nécessiterait l'emploi, toujours délicat, d'un spectrophotomètre. Mais l'exactitude du raisonnement subsiste tout entière si nous substituons aux mesures relatives, comme on l'a supposé à des radiations de longueur d'onde déterminées, dans le rouge et dans le vert, des mesures effectuées au moyen du photomètre Foucault, en observant les ombres au travers de deux dissolutions, l'une rouge, l'autre verte, à la condition : 1° qu'elles soient toujours employées dans le même état de concentration et sous la même épaisseur ; 2° qu'elles fournissent des radiations sensiblement simples, de telle sorte que, dans tous les cas (par exemple celui de la radiation solaire comparée à l'étalon Carcel), les deux surfaces comparées soient de même coloration.

Digitized by Google

Les dissolutions qui m'ont paru remplir le mieux les conditions énoncées sont : une dissolution de perchlorure de fer pur, dans l'eau, à 38 degrés Baumé, et une dissolution de chlorure de nickel pur, dans l'eau, à 18 degrés Baumé[1].

En vue de déterminer par l'expérience la fonction $f\left(\frac{V}{R}\right)$, qui figure dans l'équation (1), on a effectué 52 mesures, en comparant successivement à l'étalon Carcel une lampe modérateur à cheminée droite, une lampe modérateur à cheminée coudée, une lampe à pétrole, la lumière Drummond, et enfin la lumière solaire, diffusée par un écran blanchi au sulfate de baryte. Ces dernières expériences ont été effectuées au voisinage du solstice d'été[2].

Ne pouvant entrer ici dans le détail, ni des expériences, ni des calculs (effectués par la méthode des moindres carrés), je me contenterai d'indiquer la formule suivante, qui résume l'ensemble de toutes ces mesures :

$$\frac{R}{I} - 1 = 0{,}208\left(1 - \frac{V}{R}\right).$$

C'est au moyen de cette formule qu'a été calculé le tableau numérique suivant, parfaitement suffisant pour toutes les applications :

$\frac{V}{R}$.	$\frac{I}{R}$.	$\frac{V}{R}$.	$\frac{I}{R}$.
0,8	0,96	2,0	1,26
1,0	1,00	2,2	1,33
1,2	1,04	2,4	1,41
1,4	1,09	2,6	1,50
1,6	1,14	2,8	1,60
1,8	1,20		

Pour montrer le degré d'exactitude que comporte la méthode proposée, je citerai tout d'abord les résultats d'une expérience de vérification, faite sur une lampe à incandescence de Swan, de 12 volts ($i = 0{,}95$ amp.) ; on a trouvé $V = 0{,}167$ et $R = 0{,}184$. On en déduit, pour $\frac{V}{R} = 0{,}908$, $\frac{I}{R} = 0{,}98$, et, par suite, $I = 0{,}180$: l'expérience directe a donné $I = 0{,}182$. Citons encore les résultats obtenus dans l'une des expériences, prise au hasard, relatives à la lumière

[1] Une erreur de 1° ou 2° B. en plus ou en moins sur le degré de concentration de l'une ou de l'autre de ces dissolutions n'a aucune influence appréciable.

[2] Toutes ces expériences ont été faites en partant du principe des clartés égales (ombres de même clarté). Je me propose de les reprendre en prenant pour point de départ le principe des acuités visuelles égales.

Digitized by Google

Drummond. On a trouvé $V = 6,59$ et $R = 5,04$, d'où $\frac{V}{R} = 1,31$, et, par suite, $\frac{I}{R} = 1,07$ et $I = 5,39$. La mesure directe a donné $I = 5,43$. Les divergences dans d'autres expériences ont parfois été plus considérables, mais, même dans le cas du soleil, elles n'ont jamais dépassé $\frac{1}{50}$.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

—

Assemblée générale du 13 décembre 1883.

L'Assemblée générale a voté pour la nomination du bureau et du Comité d'administration ; on en trouvera la liste ci-après.

Séance du Comité d'administration du 21 décembre 1883.]

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES BERGER

Le Président proclame le nom des membres du Comité d'administration élus par l'Assemblée générale du 13 décembre. Une seule démission s'est produite; celle de M. *Gauthier-Villars* élu trésorier-archiviste et qui, pour raison de santé, demande à ne pas faire partie du bureau. Le Comité nomme M. *Georges Masson*, libraire-éditeur, en remplacement de M. Gauthier-Villars.

Il est décidé que tous les membres du Comité auront le droit d'assister à toutes les séances de section avec voix *consultative* ; ils auront voix *délibérative* dans *deux* sections où ils se seront fait inscrire à leur choix. Les présidents, les vices-présidents et les secrétaires auront voix *délibérative* dans toutes les sections.

Après la répartition des membres du Comité dans les différentes sections, le bureau se trouve ainsi définitivement constitué.

Président d'honneur, M. AD. COCHERY, Ministre des postes et des télégraphes.

Président d'honneur de la section française. M. J. B. DUMAS, membre de l'Academie française, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences.

Président. M. GEORGES BERGER, commissaire général de l'Exposition internationale d'électricité et de Congrès international des électriciens de Paris en 1881.

Digitized by Google

VICES-PRÉSIDENTS ET SECRÉTAIRES

1re SECTION. — Électricité théorique. Électromètres. Paratonnerres. — Président : M. *Marié-Davy*, directeur de l'observatoire de Montsouris; secrétaire : M. G. *Lippmann*, professeur à la Faculté des sciences de Paris.

2e SECTION. — Machines et moteurs électriques. Transport et distribution de l'énergie. — Président : M. *Tresca*, membre de l'Institut; secrétaire : M. *E. Hospitalier*, professeur à l'École municipale de physique et de chimie industrielles, rédacteur en chef du journal l'*Électricien*.

3e SECTION. — Lumière électrique. Actions calorifiques du courant. — Président : M. *Jamin*, membre de l'Institut; secrétaire : M. *Max de Nansouty*, ingénieur, rédacteur en chef du journal *le Génie civil*.

4e SECTION. — Télégraphie. Téléphonie. — Président, M. *E. Blavier*, directeur-ingénieur des postes et télégraphes; secrétaire : M. *A. Sabourain*, commis principal des postes et télégraphes, ex-secrétaire du Comité d'initiative.

5e SECTION. — Signaux de chemins de fer. Chronométrie. Enregistreurs. — Président : MM. *Maurice Lœvy*, membre de l'Institut, sous-directeur de l'observatoire ; secrétaire : M. *D. Napoli*, ingénieur, chef du laboratoire d'essais du chemin de fer de l'Est.

6e SECTION. — Électro-chimie. Électrothérapie. Applications diverses. Président : M. *le comte Th. du Moncel*, membre de l'Institut; secrétaire : M. *G. Sciama*, directeur de la maison Breguet.

TRÉSORIERS-ARCHIVISTES.

MM. *Georges Masson*, libraire-éditeur.
William Laing, électricien.

MEMBRES[1] :

MM.

Armengaud jeune, ingénieur, président de la Chambre syndicale d'électricité, 2, 4.

D'Arsonval, directeur du laboratoire de physiologie au Collège de France, 6.

Baille, répétiteur à l'École polytechnique, 1.

Banderali, ingénieur, chef du service central du chemin de fer du Nord, 2, 5.

Baron, administrateur des postes et télégraphes, 4.

E. Baudot, ingénieur des télégraphes, 4.

Edm. Becquerel, membre de l'Institut, 6.

Bergon, directeur-ingénieur des postes et télégraphes, 4.

[1] Les numéros qui suivent chaque nom se rapportent aux sections choisies par chaque membre.

Digitized by Google

A. Berthon, ingénieur, chef des services techniques de la Société des téléphones, 2, 4.
G. Boistel, ingénieur, directeur de la maisons Siemens, de Paris, 2, 5.
Le docteur *Boudet de Paris*, 4, 6.
Gustave Cabanellas, ancien officier de marine, ingénieur électricien, 2.
J. Carpentier, ancien ingénieur des manufactures de l'État, successeur de Ruhmkoff, 1, 2.
C. Clamond, ingénieur électricien, 3.
Clérac, ingénieur des télégraphes, 4.
L. Dubreuil, président de la Société nationale des architectes, 1.
Ducrétet, ingénieur électricien, 1, 6.
Dumoulin-Froment, constructeur électricien, 4.
Faye, membre de l'Institut, 5.
Friedel, membre de l'Institut, 6.
Gaiffe, ingénieur électricien, constructeur, 1, 6.
Gariel, secrétaire de l'Association française pour l'avancement des sciences, 1, 6.
Le docteur *Gavarret*, professeur de physique à l'École de médecine, 1, 6.
P. Jousselin, ingénieur électricien, inspecteur principal de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, 5.
Lartigue, directeur de la Société générale des téléphones, 4, 5.
Maurice Lévy, professeur au Collège de France, 1, 2.
F. Lucas, ingénieur en chef des ponts et chaussées, directeur du service des phares, 1, 3.
Marey, membre de l'Institut, 5, 6.
G. Masson, libraire-éditeur, 2, 3.
L. Maiche, ingénieur électricien, 2, 4.
Marché, président de la Société des ingénieurs civils, 2, 5.
Le commandant *Mathieu*, directeur de l'École des défenses sous-marines de Boyardville, 3.
Mercadier, directeur des études à l'École polytechnique, 1, 4.
A. de Meritens, ingénieur, constructeur électricien, 2, 6.
D. Monnier, ingénieur, 2, 3.
R.-V. Picou, ingénieur électricien, directeur de la Compagnie Édison, 2, 3.
J. Pollard, ingénieur des constructions navales, 2, 3.
J. Raynaud, ingénieur des télégraphes, 1, 4.
E. Reynier, ingénieur électricien, 3.
E. Sartiaux, ingénieur électricien, sous-chef du service télégraphique au chemin de fer du Nord, 4, 5.
Le colonel *Sébert*, directeur du laboratoire central de la marine, 4, 5.
Séligmann-Lui, ingénieur des télégraphes, 2, 3.
V. Serrin, ingénieur électricien, 3.
G. Tissandier, directeur du journal *la Nature*, 2, 6.
Le commandant *A. Trève*, 1, 5.
Le docteur *Tripier*, 6.
L'abbé *Valette*, directeur du journal le *Cosmos-les-Mondes*, 3. 6.

Digitized by Google

J. Violle, électricien, professeur à la Faculté des sciences de Lyon, 1, 3.
H. Vivarez, ingénieur civil des mines, 3, 4.
V. Williot, chef du service technique à la direction des travaux de Paris, 5.

COMITÉ DES PUBLICATIONS. — Le Comité des publications, présidé par M. *le comte Th. du Moncel*, se composera des six secrétaires et de MM. *Armengaud jeune, le docteur Boudet de Paris, Gustave Cabanellas, Georges Masson, G. Tissandier, J. Raynaud, l'abbé Valette.*

SÉANCES MENSUELLES ORDINAIRES. — Le Comité décide que les réunions de la Société auront lieu le deuxième mercredi de chaque mois, à huit heures et demie du soir, dans un local qui sera ultérieurement désigné.

L'ordre du jour de la première séance, qui aura lieu le mercredi 9 janvier 1884, porte le compte rendu du vote et de la situation financière, demande d'admission des nouveaux membres, communications diverses.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 7 décembre 1883.

M. POTIER, au sujet de la pile de M. Grezel, rappelle à la Société qu'en août 1881, MM. Chapron et Delalande ont pris un brevet pour une pile semblable à celle de M. Grezel. Cette pile, qui se trouve déjà dans le commerce, a été étudiée, en particulier par Sir W. Thomson, qui en a été très satisfait.

M. MASCART, présente à la Société quelques-uns des appareils qui lui servent pour la détermination des éléments magnétiques en valeur absolue :

1° Un théodolite-boussole de Brünner, de dimensions moyennes, qui permet de mesurer à la fois la déclinaison et la composante horizontale;

2° Un théodolite-boussole de Brünner, de dimensions réduites. Cet appareil, qui sert également pour la déclinaison et la composante horizontale, est contenu dans une boîte dont les dimensions extérieures sont inférieures à $0^m,20$. Les cercles gradués, dont le vernier donne directement la minute, ont un diamètre qui n'atteint pas $0^m,09$. Cet appareil a été construit plus spécialement pour les observations en voyage;

3° Une boussole d'inclinaison de Brünner, de même grandeur que

Digitized by Google

le théodolite précédent. Les cercles ont également moins de $0^m,09$ de diamètre, et la longueur de l'aiguille est seulement de $0^m,063$.

Ces petits appareils donnent d'aussi bons résultats que les grands; de plus, les barreaux étant relativement courts, leurs oscillations sont rapides, et la durée totale de l'observation est considérablement réduite; c'est ainsi que la mesure de la déclinaison ne demande pas plus de dix à quinze minutes, et qu'en trente minutes au plus on fait toutes les opérations que comporte une mesure complète de l'inclinaison;

4° Une boussole magnétique d'induction, qui permet de déterminer l'inclinaison en cherchant la direction autour de laquelle on peut faire tourner une bobine sans que l'action de la terre produise aucun courant induit.

Cet appareil paraît donner des résultats au moins aussi précis que les boussoles ordinaires d'inclinaison.

A cette occasion, M. Mascart examine la disposition employée habituellement pour déterminer la composante horizontale par la méthode de Gauss et discute le degré de précision que comportent les observations.

FAITS DIVERS

Pile photo-électrique de M. Sauer. — Si l'on sait aujourd'hui transformer l'énergie électrique en radiations lumineuses, on est beaucoup moins avancé pour produire l'effet inverse, et les piles photo-électriques, qui, comme leur nom l'indique, transforment les radiations lumineuses en énergie électrique ne comptent encore qu'un petit nombre de représentants. La pile que nous allons faire connaître aujourd'hui, d'après l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, est une forme nouvelle dans laquelle l'action encore inconnue qui donne naissance à un courant se produit seulement lorsque l'appareil est exposé à la lumière et cesse lorsqu'il est plongé dans l'obscurité.

Elle se compose d'un vase en verre renfermant une solution de 15 parties de sel commun et 7 parties de sulfate de cuivre dans 100 parties d'eau. Dans ce vase est disposé un vase poreux renfermant du mercure. Une des électrodes est une lame de platine, l'autre électrode du sulfure d'argent; elle sont reliées aux bornes d'un galvanomètre.

Lorsque la pile n'est pas en service, elle est enfermée dans une boîte. En service, l'électrode de platine est plongée dans le mercure et l'autre dans la solution saline; le galvanomètre dévie, le sulfure d'argent constituant le pôle négatif. La déviation dépend de l'intensité de la lumière; si le ciel est nuageux ou s'il se produit un changement dans l'intensité de la lumière, il est aussitôt indiqué par l'aiguille du galvanomètre.

Digitized by Google

Sans vouloir escompter par avance les applications que peut recevoir la pile photo-électrique, nous nous permettrons d'en suggérer une. On peut avec son aide réaliser un réveille-matin fonctionnant, par exemple, au moment où le soleil se lève, ou bien au moment où il a parcouru une fraction donnée de sa course. Il suffit pour cela de monter le galvanomètre *en relais* se fermant sur une sonnerie ordinaire. On pourra même régler le contact de telle façon que la sonnerie fonctionne seulement *si le temps est beau* et reste silencieuse si le temps est couvert ou brumeux. Avis aux chasseurs.

—

Une nouvelle pile a grand débit. — On fait quelque bruit à Londres, en ce moment, d'une nouvelle pile constante à grand débit due à M. O. C. D. Ross. Les renseignements publiés jusqu'ici nous paraissent fort incomplets, car si les chiffres de puissance et de débit sont publiés avec une profusion qui touche à la prolixité, il n'en est pas de même en ce qui concerne la composition même de la pile. Nous savons seulement qu'elle se compose de zinc, charbon, acide chlorhydrique renfermant en dissolution un sixième d'une solution tenue secrète et à laquelle l'inventeur a donné le nom d'*Eurêka*, oubliant que ce vocable appartient en propre aux créations de M. G. Trouvé. Toujours, d'après l'inventeur, les produits de la pile qui se composent en particulier d'oxychlorure de zinc pourraient être revendus dans de bonnes conditions, et le cheval-heure d'énergie électrique pourrait être produit à raison de *cinquante* centimes environ. Inutile d'ajouter que les mirifiques résultats annoncés nous laissent incrédules, et le secret gardé par M. Ross sur son produit merveilleux n'est pas fait pour détruire notre scepticisme.

—

Society of telegraph engineers and of electricians. — La Société, qui va entrer bientôt dans sa treizième année d'existence, suit une marche continuellement croissante; elle s'est accrue, pendant l'année 1883, de 15 membres étrangers, 10 membres résidents, 123 associés et 14 étudiants. Le président élu pour l'année 1884 est le professeur W. G. Adams, F. R. S.

—

Une pile a charbon. — Il résulte d'une étude récente publiée dans *Il nuovo cimento* par MM. A Bartoli et G. Papasogli que, dans une pile à un liquide alcalin dont l'un des éléments est l'or ou le platine, et l'autre le charbon de cornue, ce dernier est négatif. Avec la solution saturée de carbonate de soude ou de potasse, la force électromotrice de l'élement en circuit ouvert est de 0,11 à 0,18 volt; avec la solution saturée d'hypochlorite de soude, de 0,4 à 0,5 volt. Si l'on substitue le graphite au charbon de cornue ou de bois purifié, la force électromotrice est un peu plus faible. Quand le couple est fermé, le charbon se désagrège et il se produit des composés d'oxydation du car-

Digitized by Google

bone dont la formation correspond à un dégagement de chaleur. Les auteurs espèrent que l'on pourra, en s'appuyant sur ces expériences, disposer des piles pratiques dans lesquelles l'oxydation du zinc sera remplacée par celle du carbone opérée à froid.

—

La téléphonie en Belgique. — Le 12 décembre dernier, M. le ministre des travaux publics a approuvé le contrat qui a été conclu avec MM. Mourlon, de Bruxelles, pour l'appropriation des lignes télégraphiques en vue de l'application du système Van Rysselberhe. MM. Mourlon ont entrepris, à forfait, l'appropriation pour la téléphonie et la télégraphie simultanées de tout le réseau des lignes télégraphiques belges dont le développement total est de 30 000 kilomètres. Le forfait est de 110 000 francs. Moyennant cette dépense une fois faite, on crée un réseau téléphonique dont la valeur, s'il fallait l'établir à part, serait de 3 000 000 de francs et dont l'entretien entraînerait une dépense annuelle de 300 000 francs environ.

L'installation faite, les principales villes de la Belgique, Bruxelles, Anvers, Gand, Liège, Mons, Charleroi, Verviers, Louvain, actuellement pourvues de réseaux téléphoniques locaux seront immédiatement mises en communication les unes avec les autres. Nous attendons avec impatience des détails techniques relatifs à cette importante organisation.

—

La nouvelle jauge anglaise. — Ce n'est pas la première fois que nous réclamons énergiquement dans *l'Électricien* la suppression radicale de toutes les jauges, et leur remplacement par la désignation pure et simple du diamètre des fils en millimètres, dixièmes ou centièmes de millimètre. Ce qui se passe actuellement en Angleterre n'est pas fait pour nous engager à renoncer à ce système, bien au contraire.

Il existait en Angleterre jusqu'à *quatorze* jauges de Birmingham (B. W. G.) différentes.

Le *Board of Trade* (bureau des travaux) s'est ému de cette situation qui donnait lieu aux plus graves méprises et à des discussions aussi fréquentes qu'interminables, et il a cru y porter remède... en rendant légale, à partir du 1er mars 1884, une quinzième jauge non moins arbitraire et non moins inutile que ses aînées. C'est la mesure sentimentale élevée à la hauteur d'un principe. Nous nous dispenserons de mettre sous les yeux de nos lecteurs la correspondance des numéros de la jauge anglaise avec les dimensions correspondantes en pouces anglais et en millimètres. Aussi bien la nouvelle jauge risque-t-elle de rester lettre morte, car elle ne satisfait ni les marchands, dont elle léserait, paraît-il, les intérêts, ni les savants, qui ne lui reconnaissent aucune valeur scientifique ni pratique.

Voici, en effet, ce qu'en a dit M. W. H. Preece dans une récente conférence faite devant *The Institution of civil engineers* sur les conducteurs électriques :

« L'irritante question de la jauge des fils a été agitée avec autant d'énergie

Digitized by Google

que celle de la jauge des chemins de fer; il en est résulté une confusion inextricable. Les différentes jauges de Birmingham, aussi nombreuses que les fabriques elles-mêmes, avaient été remaniées en une jauge unique par les soins de la Société des ingénieurs télégraphistes de Londres; mais le *Broard of Trade* a pris la question en mains et a créé une nouvelle jauge qui a le grand mérite d'être *légale*. Elle doit donc être acceptée. Cependant, elle diffère si grandement de toutes les autres jauges reconnues, et elle s'éloigne tant du système métrique, *qui fait solidement et sûrement son chemin dans les usages commerciaux*, que les autorités du Post-Office ont décidé d'abandonner toute jauge de fils, et de les définir par leur diamètre et leur poids. Ainsi, à l'avenir, tous les fils de cuivre seront désignés par leurs diamètres en *mils*, ou millièmes de pouce, et tous les fils de fer par leurs poids en livres anglaises par mile (1609 mètres). »

Voilà qui est parler, et nous approuvons hautement la décision prise par le post-Office de supprimer toute jauge, en attendant les suppressions des pouces des limes et des miles dans un pays qui a été le berceau du système C. G. S.

—

L'Éclairage du First Avenue Hotel. — Cet hôtel immense, en construction depuis plusieurs années, et qui ne contient pas moins de 800 chambres a été inauguré le 22 novembre dernier. Il est situé dans *High Holborn*, en face de Chancery Lane.

L'éclairage électrique de l'hôtel en question se compose de 1200 lampes Swan de 20 candles. L'installation mécanique est en double et comprend : deux machines dynamo Ferranti, marchant ensemble et alimentant chacune la moitié de l'éclairage total, mais capables d'alimenter chacune tous les foyers en cas d'accident survenant à l'une d'elles; deux moteurs verticaux système J. et H. Gwynne, à grande vitesse et compound, tournant à 300 tours par minute, et développant, chacun, 130 chevaux, et deux chaudières système Adamson.

Dans les chambres à coucher un switch ou commutateur fixé à chaque foyer ou bec permet de l'allumer ou de l'éteindre à volonté. Si nous aujoutons que le gaz est installé partout, formant une sorte de *triplicata*, l'on verra que les voyageurs du First Avenue Hotel ne courent pas grand risque de rester sans lumière. J. A. B.

Le propriétaire gérant,
G. MASSON.

9889. — Paris, Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus.

Digitized by Google

APPAREILS ÉLECTRIQUES
PERMETTANT DE TRANSMETTRE ET DE RECEVOIR UN GRAND NOMBRE DE SIGNAUX A L'AIDE D'UN NOMBRE RESTREINT DE CONDUCTEURS

PAR MM. J. POLLARD ET J. BARBÉ

Dans bien des applications de l'électricité, il faut faire apparaître à certains endroits des signaux déterminés, commandés de différents points plus ou moins éloignés et indiquant exactement, soit le lieu de leur origine, soit un signal conventionnel à la volonté de la personne qui transmet. En particulier, ce problème se présente et s'impose impérieusement dans les réseaux d'avertisseurs d'incendie.

Nous avons été, M. Barbé et moi, conduits à la solution suivante : Imaginons, répartis dans une ville ou dans un grand établissement industriel, un certain nombre de *postes de secours*, comportant un personnel spécial et munis d'un matériel d'extinction et de sauvetage; dans chacun d'eux sera établi, à demeure, un *appareil récepteur de signaux*. En divers points, convenablement choisis, on disposera des *boutons d'alarme* d'une manœuvre facile et sûre, à la portée de tous (mais avec certaines garanties de sécurité pour éviter les méprises ou la malveillance), et expédiant automatiquement un signal caractéristique désignant nettement le point considéré. Enfin dans des endroits spéciaux on pourra installer des appareils plus complexes, permettant à des personnes convenablement préparées de transmettre des signaux d'alarme quelconques : ce seront des *manipulateurs* ou *transmetteurs universels*.

Un réseau de conducteurs. des piles et des sonneries compléteront l'installation.

On s'est imposé, tout d'abord, de ne faire usage que de signaux permanents dans lesquels n'interviennent ni la durée, ni la répétition d'émissions de courant, de disposer le réseau et les appareils de telle sorte que l'on puisse à tout instant vérifier le

Digitized by Google

bon état des communications et le jeu des organes et aussi contrôler l'assiduité du personnel.

Principe des appareils. — L'organe essentiel des récepteurs se compose d'un double volet (fig. 1) formé de deux petites

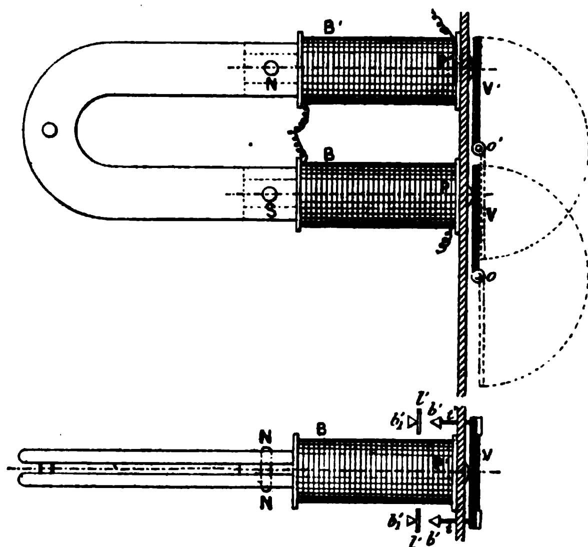


Fig. 1. — Principe du récepteur.

plaques en fer doux V, V′ mobiles autour d'axes horizontaux *o*, *o* et placées l'une au-dessus de l'autre sur une platine verticale et en avant de l'appareil. Au repos, ces plaques sont retenues verticalement au-dessus de leurs charnières, par l'attraction qu'exercent sur elles les extrémités aimantées P, P′ des noyaux de deux bobines B et B′ horizontales, placées derrière la platine.

Des ressorts, dont il sera question plus loin, tendent continuellement à écarter les volets de la platine et à provoquer leur chute, lorsque l'adhérence magnétique est suffisamment réduite par le passage d'un courant électrique de sens convenable dans la bobine correspondante.

Les noyaux en contact avec les pôles N et S de deux aimants plats en fer à cheval sont ainsi polarisés énergiquement et d'une façon permanente. Les circuits des bobines sont disposés

Digitized by Google

à la suite l'un de l'autre, en série, de manière que tout courant qui les traverse diminue l'aimantation de l'un des noyaux et renforce celle de l'autre, de telle sorte que le passage d'un courant, quel que soit son sens, produit toujours la chute de l'un des volets, et d'un seul, et que le sens du courant est accusé par celui des deux volets qui est tombé. La durée du courant nécessaire pour obtenir ce signal est très faible, cet organe récepteur fonctionne d'une manière sensible et précise à la façon des électro-aimants des télégraphes de Hughes. Pour éviter les inconvénients du passage dans les bobines de courants inutilement prolongés après que le signal a été reçu et demeure par suite acquis, on s'est arrangé de manière à rompre le circuit aussitôt le déclanchement magnétique produit et la chute du volet assurée.

D'autre part, pour donner l'éveil, il faut accompagner la

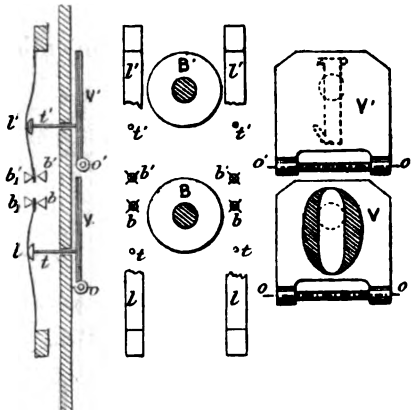


Fig. 2.

réception du signal optique de la production d'un appel sonore; on y arrive aisément en se servant du jeu même des volets pour fermer le circuit local d'une puissante sonnerie trembleuse.

De là la nécessité de munir le récepteur de commutateurs destinés à rompre ou à établir des contacts électriques par le jeu des volets : derrière la platine (fig. 2), on a disposé, de chaque côté des bobines et en regard de chaque volet, des lames métalliques flexibles l, l' oscillant entre deux butoirs à la façon des

Digitized by Google

godilles des relais télégraphiques. De petites tiges cylindriques, horizontales t, t', glissant à frottement doux dans des guides fixés à la platine, permettent aux volets d'exercer, dans leur position de repos, une pression sur les godilles et de les faire appuyer sur leurs butoirs extérieurs b_1, b_1'. Après la chute du volet, les lames flexibles abandonnées à elles-mêmes viennent naturellement en contact avec des butoirs intérieurs b, b'. Par leur élasticité, convenablement réglée, ces godilles jouent aussi le rôle de ressorts antagonistes et provoquent le départ et la chute des volets.

La rupture de la ligne et la fermeture d'un circuit local ne sont pas les seules opérations que l'on obtienne à l'aide de ces godilles; nous verrons qu'elles servent aussi à augmenter le nombre des signaux et à en opérer automatiquement la translation, chaque récepteur retransmettant fidèlement le signal qu'il a reçu à un autre appareil semblable.

Les communications électriques sont tout entières à l'intérieur

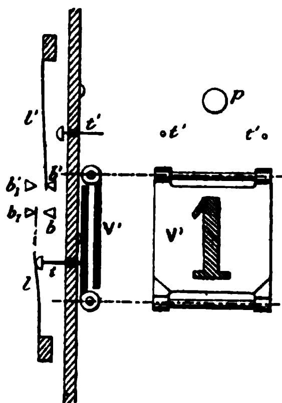


Fig. 3 — Courant positif.

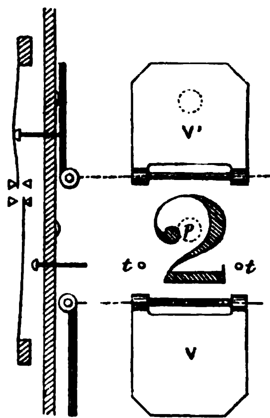


Fig. 3 *bis*. — Courant négatif.

de l'appareil; à l'extérieur on n'a disposé que les volets, leurs axes, charnières et organes de relevage ou de mise au repos.

Les figures 2 et 3 indiquent les trois aspects que peut présenter un récepteur : 1° au repos (fig. 2), les deux volets sont au-dessus de leurs charnières; 2° après le passage d'un courant d'un certain sens, par exemple, pour fixer les idées, d'un courant

Digitized by Google

positif (correspondant à la mise de la ligne en contact avec le pôle positif d'une pile), le volet supérieur tombe et se rabat sur le volet inférieur qu'il masque complètement (fig. 3). Enfin 3° réception d'un courant de sens contraire (négatif), chute du volet inférieur qui dégage la portion de platine qu'il masquait au repos (fig. 3 *bis*).

Pour permettre de distinguer rapidement et aisément ces trois états, on peut apposer des lettres ou des chiffres sur la platine et les faces intérieures et extérieures des volets supérieurs et inférieurs, de telle sorte que l'indication se présente toujours à la même hauteur, ce qui a une grande importance lorsque l'on associe (et c'est le cas général) plusieurs récepteurs l'un à côté de l'autre sur la même platine. Il est aussi préférable de choisir les chiffres (0, 1, 2 par exemple), car la lecture d'un nombre est plus aisée à effectuer et à retenir que celle d'une série de lettres ne présentant aucune signification.

Nombre des signaux. — D'après ce qui précède, on voit que sur une ligne et avec le récepteur tel qu'il vient d'être décrit, on ne peut réaliser que 3 états distincts, et en réservant l'un d'eux (absence de courant, chiffre 0 par exemple) pour le repos, on ne peut obtenir que 2 signaux effectifs en faisant usage de courants dans les deux sens. La réunion de récepteurs multiples et l'emploi de lignes parallèles, juxtaposées, mais complètement indépendantes, permettent d'accroître dans une large mesure le nombre des signaux possibles. En effet avec 2 organes associés on peut réaliser en outre du 00 (repos), 8 combinaisons distinctes qui sont :

01, 02, 10, 11, 12, 20, 21, 22.

Avec 3 organes on atteint 26 combinaisons non compris le signal 000. En général avec n organes on obtient $3^n - 1$ signaux sans compter celui de repos, composé uniquement de zéros. Comme l'envoi de signaux sur chaque ligne et leur réception dans chaque appareil sont complètement indépendants, on est libre de les effectuer à des instants différents et dans un ordre quelconque. Il en résulte que les nombres indiqués ci-dessus peuvent être notablement accrus à l'aide d'un artifice qui con-

Digitized by Google

siste, pour les signaux représentés par des nombres dans lesquels entrent plusieurs chiffres significatifs (1 ou 2) et correspondant par conséquent au passage de courants sur plusieurs lignes, à échelonner à des intervalles, d'ailleurs très rapprochés, les diverses émissions de courant et à en faire varier l'ordre.

Ainsi les signaux dans lesquels entrent deux chiffres significatifs peuvent être produits de deux manières différentes, en commençant par l'un ou l'autre des deux chiffres, etc.; pour ceux qui contiennent trois chiffres significatifs, on peut les transmettre de six manières différentes, ce qui permet de créer un grand nombre de signaux nouveaux bien distincts des premiers et cela sans augmenter le nombre des lignes.

Avec deux lignes, on peut porter de 8 à 12 le nombre des signaux; avec trois lignes, de 26 à 78, puisque les 26 combinaisons en comportent 6 à un chiffre, 12 à deux chiffres (12×2), et 8 à trois chiffres (8×6). On verra plus loin la manière dont il faut disposer les transmetteurs et récepteurs pour établir cette distinction avantageuse dans l'ordre des courants.

Installation générale du réseau. — S'il n'y a qu'un poste récepteur, on dispose les conducteurs en un seul câble, ou en

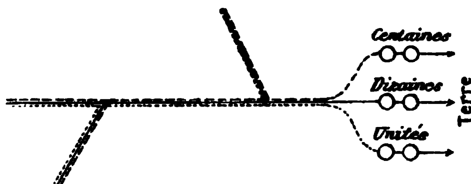


Fig. 4.

un faisceau de lignes parallèles aboutissant respectivement aux circuits des électro-aimants polarisés, les autres extrémités des fils des bobines se rendant à la terre, figure 4 (les diagrammes qui vont suivre sont établis en vue d'un réseau à 3 lignes [centaines, dizaines, unités]).

Les lignes ne traversent pas les transmetteurs, ni boutons d'alarme, mais s'y rendent par bifurcation; autrement dit les divers organes de manipulation sont installés en circuits dérivés.

Les transmetteurs universels devant pouvoir envoyer sur

Digitized by Google

chacune des lignes des courants des deux sens, sont munis de deux piles de ligne, l'une dite positive, l'autre dite négative (fig. 5). Comme les émissions de courant ne se font pas simultanément, les mêmes piles servent aux différentes lignes.

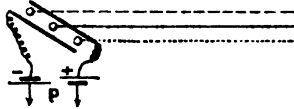


Fig. 5.

Il est inutile d'installer des piles à chaque bouton d'alarme, on doit les grouper méthodiquement par séries se rapportant à des signaux ou nombres pour lesquels les diverses lignes sont parcourues par des courants de même sens. Ainsi les nombres dans lesquels les chiffres des centaines est 2 ou 0, le chiffre des dizaines est 1 ou 0, le chiffre des unités 1 ou 0, sont dits avoir pour *caractéristique* commune le nombre 211.

Des courants de même sens sont utilisés sur chaque ligne pour ces différents signaux qui peuvent être assez nombreux, 7 si on ne tient pas compte de l'ordre d'émission, 15 si on établit cette distinction.

Au point où le faisceau triple, destiné à desservir les divers boutons d'alarme d'une même série, se sépare du circuit général, on intercale (fig. 6), sur chaque ligne secondaire, une pile

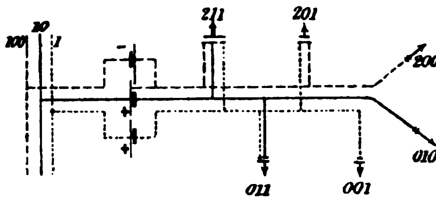


Fig. 6.

orientée de telle façon que la mise à la terre ultérieure produise le signal caractéristique. Il suffira, en manœuvrant chaque bouton, de mettre à la terre une ou plusieurs lignes dans un ordre déterminé pour effectuer autant de signaux différents.

Pour diminuer les longueurs de conducteurs, on dispose d'une façon méthodique les divers boutons (fig. 6).

Digitized by Google

Il est à remarquer que la plupart des signaux ayant moins de 3 chiffres significatifs peuvent appartenir à des caractéristiques différentes (ainsi 201 peut être rattaché à la série 211 ou à la série 221, etc.); on ne doit les attribuer qu'à une série pour éviter les confusions et les répartir de la façon la plus judicieuse pour simplifier le réseau et réduire la longueur des conducteurs.

Lorsqu'il existe plusieurs postes récepteurs, on les dispose au point de vue des communications, à la suite les uns des autres, de manière à permettre la translation successive (fig. 7). Chaque

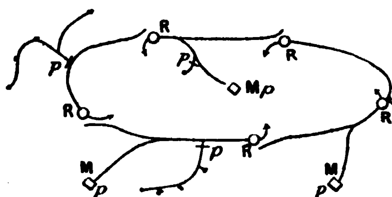


Fig. 7.

récepteur est précédé d'une portion de ligne partant du poste précédent et aboutissant au circuit de son électro-aimant; l'autre extrémité est isolée et prête à être mise en communication avec les pôles des piles de translation par le jeu même du récepteur correspondant, fonctionnant alors comme manipulateur universel.

Ce réseau discontinu, intermédiaire entre les postes récepteurs, est dit *réseau principal ;* sur lui se branchent en des points quelconques les divers *circuits secondaires* provenant soit des manipulateurs universels, soit des boutons d'alarme.

En quelque point que l'on produise le signal, il atteint une *section* du réseau principal, en actionne le poste récepteur et parvient aussitôt à tous les postes par translations successives, et cela dans un temps très court. On peut considérer que la réception dans tous les postes est pratiquement instantanée et simultanée.

Il est à remarquer qu'au repos, chaque portion de conducteur est interrompue à l'extrémité opposée au récepteur; après la réception, elle est coupée dans le récepteur lui-même par le jeu

Digitized by Google

des volets, de telle sorte qu'elle n'est continue qu'au moment de l'envoi et de la réception d'un signal véritable; en dehors de cette circonstance, il n'y a pas à redouter la production d'un faux signal par le passage intempestif d'un courant dû, par exemple, à des phénomènes d'induction.

(*A suivre*). J. POLLARD.

MACHINES A GROS FIL ET MACHINES A FIL FIN

SUR UNE NOTE DE M. ANDRÉ HILLAIRET

Le dernier numéro de l'*Électricien* (1er janvier, 1884) publie une intéressante note de M. Hillairet tendant à établir que, toutes choses égales d'ailleurs, les machines à gros fil seraient plus difficiles à conduire que les machines à fil fin, à tel point que, pour les machines employées comme réceptrices, l'élasticité d'allure augmenterait rapidement avec la finesse d'enroulement; autrement dit, la machine risquerait d'être brûlée ou avariée par suite de l'accroissement de courant, d'autant plus que son fil serait plus gros, lorsque le même effort résistant, qu'elle actionne, vient à subir un accroissement imprévu d'égale grandeur[1].

Je n'ai pas à prouver ici la supériorité générale, incontestable des machines à gros fil, mais, limitant le débat au seul point de vue considéré par M. Hillairet, nous allons montrer que sa conclusion n'est pas acceptable. L'erreur commise est de celles qu'il importe de rectifier aussitôt, parce que le travail de M. Hillairet, modèle de netteté méthodique, est, par les qualités qui le distingue, de nature à convaincre le grand nombre de ceux qui n'ont pas tout à fait approfondi la question. D'abord les arguments mathématiques sont des plus corrects, puis, les graphiques numériques, relevés dans les ateliers de la maison

[1] M. Hillairet vise seulement l'accroissement de calorique régénéré fonction de l'accroissement d'intensité de courant, correspondant à l'accroissement d'effort, il ne traite pas la question secondaire de la facilité plus ou moins grande de diffusion de ce calorique; nous n'en parlerons pas non plus aujourd'hui.

Digitized by Google

Breguet, semblent apporter à la théorie de l'auteur leur entière confirmation expérimentale.

Les comptes rendus sténographiques du Congrès libre de 1881, qui a suivi le Congrès officiel, reproduisent la petite leçon donnée par un ingénieur en chef des plus distingués du corps des Ponts et chaussées.

M. de Labry était dans d'excellentes conditions d'autorité mathématique pour critiquer l'abus qui peut être fait des mathématiques ; au fond, sa critique n'était pas inutile pour quelques-uns, et tous ont trouvé charmante la forme familière et spirituelle de ses observations. Il dit que les procédés mathématiques n'ont, sur les tirelires ordinaires, d'autre supériorité que celle de changer, à notre gré, les pièces confiées en toutes monnaies équivalentes. Les tirelires mathématiques sont donc très commodes, indispensables même à notre mémoire insuffisante ; personnellement, nous les aimons beaucoup, mais il ne faut pas oublier que nous n'en tirerons jamais que l'équivalent de ce que nous y aurons mis. Si notre édifice logique pêche par la base, si nos prémisses sont fausses, notre erreur nous sera fidèlement restituée avec les conséquences qu'elle comporte. I et F sont le courant et la force électro-magnétique d'une machine, I' et F' les nouvelles valeurs de ces mêmes quantités pour même carcasse, même champ magnétique, même allure, même puissance, mais avec enroulement plus fin ; M. Hillairet a parfaitement raison de dire que l'on a $\frac{dI}{dF} > \frac{dI'}{dF'}$; mais, après comme avant la démonstration, il reste à savoir si cette inégalité empêche que l'on ait l'égalité $\frac{dc}{dF} = \frac{dc'}{dF'}$ (c et c' étant les quantités de chaleur régénérées pendant un même temps), or, les champs magnétiques sont égaux, donc F : F' :: IL : I'L' ; les valeurs de c, c' sont par seconde I^2R, I'^2R' (L, L', R, R' longueurs et résistances du fil induit) il s'agit donc de savoir si $\frac{I^2R}{IL} = \frac{I'^2R'}{I'L'}$ ce qui est certain quelles que soient la grosseur et la finesse des deux enroulements, puisque les deux numérateurs et les deux dénominateurs sont toujours égaux, à même densité de courant, même carcasse et même volume d'enroulement. C'est le cas de

répéter qu'il serait désirable que l'expression *densité de courant* que nous cherchons à acclimater, depuis plusieurs années, fût acceptée et employée par tout le monde. Ce terme juste force à se faire une idée juste et nette sur l'ensemble de la circulation électrique d'une machine, et, si M. Hillairet avait eu l'habitude de ce terme, il eût vu, sans aucun doute, à priori, que deux machines identiques comme carcasses, champs magnétiques et densités de courant, sont identiques comme effort mécanique. D'ailleurs, les chiffres relevés sur les deux machines, type d'atelier et type haute tension, indiquent, comme cela devrait être, que tout accroissement de courant correspondant à tout même accroissement d'effort, est toujours proportionné aux capacités respectives conductrices du fil des deux machines. Appelant D et D′ les diamètres du fil des deux machines, on a toujours pour un même effort des deux machines $\frac{I'}{D'^2} = \frac{I}{D^2}$ ou $\frac{I'}{I} = \frac{D'^2}{D^2}$. En effet d'après la note $D' = \frac{15}{10}$ $D = \frac{18}{10}$ de millimètre, donc $\frac{D'^2}{D^2} = 0,69$ et les moments $1^k,127$, $1^k,017$, $1^k,803$ inscrits sur les deux graphiques, correspondent aux courants $I' = 12$, $I = 17$; $I' = 15$, $I = 22,7$; $I' = 16$, $I = 25$; il en résulte pour $\frac{I'}{I}$ les valeurs 0,70, 0,66, 0,64 qui concordent avec 0,69, étant donné le degré d'approximation, la non-rigueur de l'hypothèse que les deux machines avaient mêmes champs magnétiques et mêmes volumes induits, puisque la note de M. Hillairet nous apprend déjà que l'un des volumes induits était un peu plus grand que l'autre.

***En résumé, au point de vue de l'accroissement de chaleur régénérée correspondant au même accroissement d'effort résistant, une machine réceptrice, toutes choses égales d'ailleurs, reste dans des conditions identiques, que son fil soit gros ou fin*[1].**

GUSTAVE CABANELLAS.

[1]. Il est bien entendu que si, en outre de cette chaleur régénérée sur la *résistance statique*, nous tenions compte de l'*accroissement* de résistance *dynamique* (chaleur du déficit), il en ressortirait non plus l'égalité, mais la supériorité des machines à fil gros.

DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

DISTRIBUTION DIRECTE. — STATIONS CENTRALES.
ACCUMULATEURS. — TRANSFORMATEURS DITS GÉNÉRATEURS SECONDAIRES DE MM. GAULARD ET GIBBS

La distribution de l'énergie électrique et ses applications aux usages industriels et domestiques, constitue aujourd'hui la question la plus actuelle et la plus importante dont la solution s'impose aux recherches des savants et des inventeurs; il n'est donc pas inutile de jeter un coup d'œil rapide sur son état présent, d'examiner les avantages et les inconvénients des principaux systèmes proposés ou expérimentés : la conclusion ressortira d'elle-même de cet examen.

La distribution de l'énergie électrique s'impose dans tous les cas — et ils sont nombreux — où le client ne peut pas produire lui-même cette énergie, soit à l'aide de piles, soit à l'aide de machines dynamo-électriques et de moteurs. Il faut donc faire venir du dehors ce qu'on ne peut produire sur place; de là découle tout naturellement l'idée d'une production commune et d'une distribution à tous les consommateurs, quel que soit d'ailleurs le mode de distribution employé.

Nous ne dirons qu'un mot du *transport par camionnage d'accumulateurs* proposé il y a près de trois ans par M. Philippart; un seul chiffre fera apprécier sa valeur économique et industrielle. Il faut environ *cent* kilogrammes d'accumulateurs pour fournir un cheval-heure d'énergie électrique (270 000 kilogrammètres). Les frais de camionnage et déchargement, couplage des appareils, remplissage, amortissement des accumulateurs, etc., représentent plusieurs fois la somme qu'on pourrait raisonnablement demander au client, relativement à la somme d'énergie fournie.

Sauf quelques cas isolés d'éclairage de luxe, pour des fêtes et soirées, par exemple, il n'y a pas à compter sur ce mode particulier de distribution.

Il n'existe donc qu'un seul moyen industriel d'amener l'é-

Digitized by Google

nergie électrique chez le consommateur ne pouvant pas ou ne voulant pas s'astreindre à la produire lui-même, c'est la *canalisation*, ou distribution à l'aide de conducteurs.

Ici les solutions sont nombreuses et peuvent se diviser en deux grandes classes :

1° Les distributions *directes*, dans lesquelles le consommateur utilise l'énergie électrique directement, telle qu'elle lui arrive de l'usine de production, sans changer les qualités du courant et sans organe intermédiaire de transformation ;

2° Les distributions *indirectes*, dans lesquelles le consommateur n'utilise cette énergie qu'indirectement, de *seconde main* en quelque sorte, après lui avoir fait traverser un appareil intermédiaire ou *transformateur* qui change les qualités du courant produit par le générateur principal et les rend plus propres aux applications qu'il doit recevoir.

I. — Distributions directes.

La condition essentielle d'une distribution directe est une indépendance absolue des appareils alimentés. La production de l'usine centrale doit donc être à chaque instant proportionnelle à la consommation, et l'installation prévue pour le débit maximum. Lorsqu'on fait usage d'un système par dérivations, la perte d'énergie dans les conducteurs de distribution croît comme le carré de l'intensité, il faut donc établir des conducteurs principaux d'assez grande section, et, par suite, d'un prix assez élevé, pour atténuer cette perte ainsi que les variations que la résistance des conducteurs principaux produit dans la pression de distribution avec les changements dans la consommation. La machine génératrice doit ainsi régler sa production et fournir une force électromotrice sensiblement constante, quel que soit le nombre des appareils alimentés à chaque instant. Ce réglage peut être automatique ou non.

La distribution d'éclairage électrique établie à New-York pour la Société Edison est un exemple de distribution par dérivations, avec réglage à la main.

M. Marcel Deprez a montré à l'Exposition de 1881 une distribution automatique avec machines dynamo-électriques à double

Digitized by Google

enroulement, c'est-à-dire à double excitation, l'une produite par une machine dynamo séparée, l'autre par le circuit même. Ce système de distribution est malheureusement resté jusqu'ici à l'état d'expérience.

La maison Siemens a établi en un certain nombre de transatlantiques une véritable distribution à l'aide de machines dynamo-électriques à double enroulement, pour l'éclairage des différentes parties du navire, cabines, salons, etc. L'un des circuits d'excitation est établi en dérivation sur les bornes de la machine, l'autre est placé dans le circuit même de distribution. Dans le cas particulier, les distances sont relativement courtes, la machine génératrice est au centre même du réseau, et le système fonctionne d'une façon très satisfaisante, si satisfaisante que l'emploi tend à en devenir général.

Lorsque la distribution doit s'étendre sur une surface un peu étendue, l'influence de la résistance des conditions devient rapidement gênante, avec le système à dérivations ou à pression constante, et l'on a cherché à s'en affranchir en faisant de la distribution en série, ou à intensité constante. Dans ce système, proposé pour la première fois, croyons-nous, par M. Cabanellas, à la fin de 1880, tous les appareils étaient placés sur un même circuit et traversés par la même intensité. L'usine alimentait ainsi un certain nombre de *boucles* en séries renfermant dans leur ensemble le nombre d'appareils correspondant à la production maximum de l'usine génératrice.

Pour arrêter le fonctionnement d'un appareil, il suffisait de fermer un court circuit entre l'entrée et la sortie du courant. On maintenait l'intensité constante à l'usine en faisant varier la force électromotrice de la génératrice par un système automatique.

Cette distribution présente l'inconvénient d'amener l'énergie électrique chez le consommateur à un potentiel élevé, souvent dangereux et d'obliger la canalisation générale à suivre tous les détours imposés par chaque installation particulière; l'intensité du courant étant constante, le courant ainsi distribué ne se prêtait pas également bien à toutes les applications; enfin, une rupture accidentelle dans le circuit d'un particulier produisait l'arrêt de la distribution dans toute la boucle.

Digitized by Google

Nous examinerons, dans un prochain article, les distributions indirectes dans lesquelles le consommateur se trouve relié au réseau de distribution par l'intermédiaire d'un transformateur dont nous aurons à définir, dans chaque cas, le rôle, l'importance et l'utilité.

(*A suivre.*) E. HOSPITALIER.

GALVANOMÈTRE UNIVERSEL

DE MM. SIEMENS ET HALSKE

Cet instrument doit son nom à ce qu'il sert à la mesure des trois constantes auxquelles on a affaire dans l'étude du courant électrique: l'intensité, la force électromotrice et la résistance. Sa légèreté et sa forme ramassée, qui le rendent très portatif et peu encombrant, en font un appareil précieux dans un grand nombre d'applications électriques, telles que la télégraphie, etc.

C'est un galvanomètre sensible, mobile sur son support dans un plan horizontal, et relié à un pont de Wheatstone et aux résistances de comparaison nécessaires.

Pour la mesure des intensités, l'instrument fonctionne simplement en galvanomètre de sinus, sa sensibilité étant réduite dans la proportion voulue au moyen de dérivations convenables.

La mesure de la force électromotrice se prend par la méthode de compensation de Poggendorf modifiée par M. du Bois-Reymond, le fil du pont servant d'agomètre.

Pour la détermination des résistances, l'instrument s'emploie comme pont de Wheatstone.

Trois résistances de proportion différentes, de 10, 100 et 1000 ohms, ou de 1,10 et 100 ohms, permettent de mesurer avec une sensibilité suffisante les grandes aussi bien que les faibles résistances.

L'instrument, primitivement étalonné en unités Siemens (mercure), est aujourd'hui gradué en ohms conformément à la décision du Congrès international de 1881.

Digitized by Google

DESCRIPTION

La figure 1 donne la vue en plan, et la figure 2 la vue en élévation de l'appareil.

Le galvanomètre proprement dit G ne présente dans sa construction rien d'absolument nouveau. Il se compose d'une paire *i* d'aiguilles astatiques suspendues à un fil de cocon ; le bouton mollelé K et les trois vis calantes *b* sur lesquelles repose tout l'appareil permettent de placer ces aiguilles dans leur position de

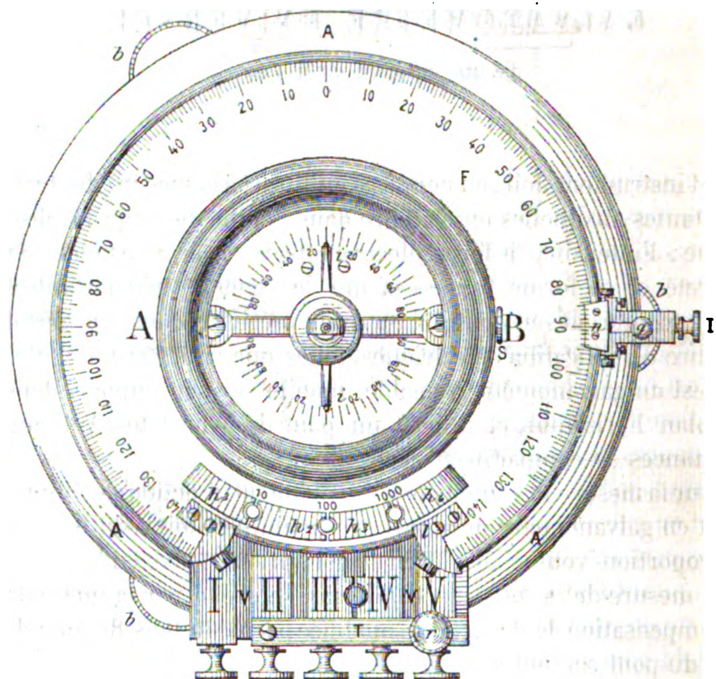


Fig. 1. — Plan du galvanomètre universel de Siemens.

libre oscillation, et, pour le cas où l'instrument doit être transporté, la vis S permet de les rendre immobiles tout en soulageant le fil de cocon.

L'aiguille supérieure *i* oscille au-dessus d'une plaque de cuivre portant un cadran gradué et placée immédiatement sur les bobines du galvanomètre ; le cercle divisé porté par cette plaque sert en même temps d'index. L'emploi de l'appareil comportant

Digitized by Google

ordinairement la réduction au zéro, et l'oscillation libre de l'aiguille occasionnant une perte de temps inutile, sa course est limitée de part et d'autre du zéro par deux petits arrêts en cuivre fixés sur le cadran. On peut facilement enlever ces deux arrêts quand on veut se servir du galvanomètre uniquement comme galvanoscope, auquel cas l'aiguille doit avoir toute latitude de déviation.

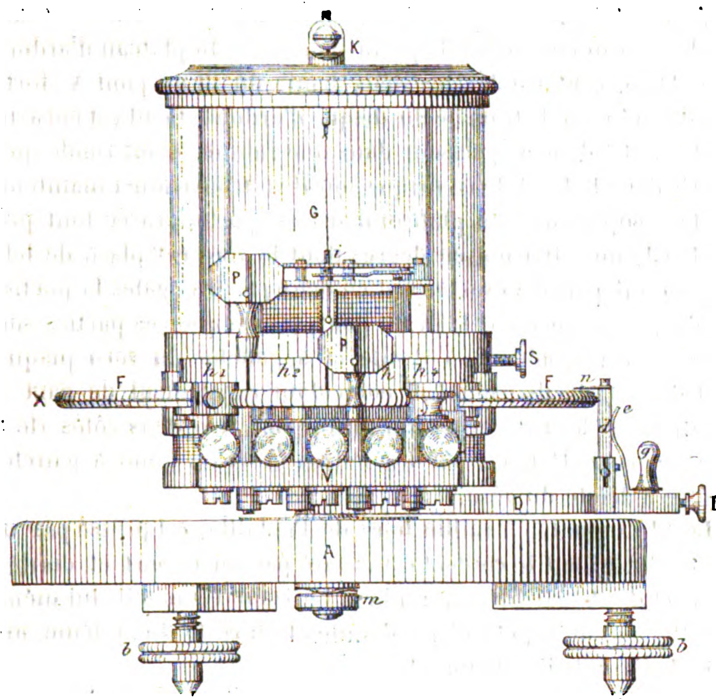


Fig. 2. — Élévation du galvanomètre.

Pour permettre d'amener le zéro du cadran au-dessous de la pointe de l'aiguille qui, sous l'influence du magnétisme terrestre, se place dans le méridien magnétique, l'ensemble du système repose sur un pivot conique vertical, mobile dans une douille enchâssée dans le socle en bois A et grâce auquel on peut faire tourner l'appareil avec un frottement doux réglable à volonté au moyen du bouton *m*.

Au-dessous du galvanomètre proprement dit est fixé un plateau

Digitized by Google

circulaire en ardoise qui porte le fil du pont et dont le centre se trouve exactement dans le prolongement de l'axe du pivot ci-dessus mentionné ; ce pivot constitue ainsi l'axe principal de l'appareil tout entier. A la partie antérieure du disque d'ardoise est pratiquée une entaille angulaire de 60 degrés d'ouverture, dont les deux côtés radiaux *o*, *o* sont garnis de blocs métalliques épais l, l_1.

Aux extrémités de ces blocs métalliques, exactement aux angles *o*, *o* où commence la partie conservée du plateau d'ardoise circulaire, sont soudés les deux bouts du fil du pont X, fortement tendu sur la tranche du disque d'ardoise. Ce fil est encastré de la moitié de son épaisseur dans une rainure demi-ronde, pratiquée dans le bord de ce disque, où il se trouve ainsi maintenu. La face supérieure du plateau d'ardoise porte, gravée tout près du bord, une division en degrés dont le zéro est placé de telle façon qu'il partage exactement en deux parties égales la portion du disque occupée par le fil du pont, tandis que ces parties sont elles-mêmes graduées à droite et à gauche du zéro jusqu'à 150 degrés, la division 150 coïncidant exactement de part et d'autre avec les extrémités du fil du pont. Les deux côtés de la division sont désignés par les lettres A et B, l'une à gauche, l'autre à droite du zéro.

Le fil du pont, en saillie hors de l'entaille, est pressé par un petit galet *e* dont le contact est assuré par un ressort et dont le support *d* est articulé sur un bras horizontal D mobile lui-même à frottement doux, et indépendamment du reste du système, autour de l'axe de l'instrument.

Un petit bouton d'ivoire *g*, fixé à l'extrémité du bras D, permet de mouvoir le galet *e* et de l'amener en un point quelconque de la périphérie occupée par le fil du pont.

Le point de contact entre le galet et le fil du pont se lit sur la graduation du disque d'ardoise. Le support *d* du galet *e* est à cet effet muni d'un vernier double correspondant aux deux moitiés du disque graduées en sens inverse ; son zéro se trouve ainsi en son milieu, et il donne la lecture à 1/5 de degré près.

Pour la sécurité du contact en toutes circonstances, le galet *e* est en platine ; il est du reste à noter que la résistance au passage du galet au fil du pont n'a pas d'influence sur la précision

Digitized by Google

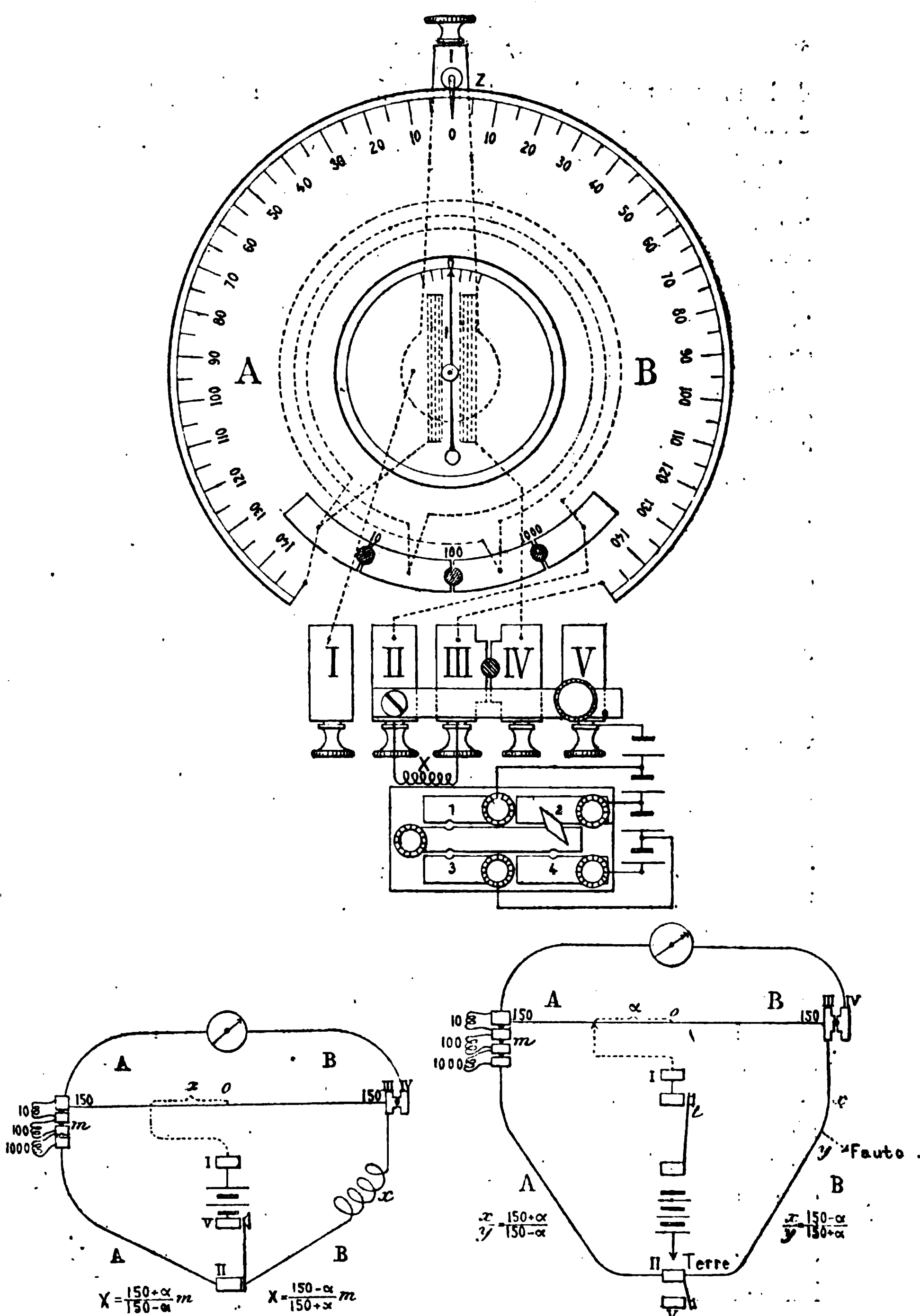


Fig 3, et 3 *a*. — Détermination des résistances.

Digitized by Google

de la mesure puisqu'elle se trouve dans le circuit de la pile ou du galvanomètre.

Les résistances de comparaison sont faites de fil de maillechort enroulé en double dans une profonde entaille C ménagée sur le pourtour d'une bobine plate en bois, dont l'axe coïncide avec celui du disque d'ardoise, et disposée au-dessous de lui. Les extrémités de ces fils de résistance aboutissent à des bornes métalliques massives h_1, h_2, h_3, h_4 placées l'une à côté de l'autre en avant de l'entaille pratiquée dans le plateau d'ardoise.

Les espaces qui séparent ces bornes métalliques sont disposés, comme dans toutes les boîtes de résistances, de manière à recevoir des chevilles métalliques coniques (*p*, *p*, fig. 2), dont l'enlèvement entre deux bornes introduit dans le circuit la résistance qui vient y aboutir. Ces intervalles sont désignés par des nombres qui représentent la valeur des résistances correspondantes.

La bobine de bois qui reçoit les résistances de comparaison porte une saillie horizontale occupant l'espace laissé libre au-dessous de l'entaille pratiquée dans le plateau d'ardoise; sur cette saillie sont disposées cinq bornes de connexion pour les fils venant du dehors et devant relier à l'instrument la pile et les résistances à mesurer. La borne V n'est en connexion, comme on le voit sur les figures 3, 4 et 5, avec aucun des fils de l'instrument. Mais en appuyant sur le bouton *r* (fig. 1 et 2), on peut la mettre en contact métallique par l'entremise de la clé T avec la borne II, et par celle-ci avec le reste du circuit. On peut donc ainsi à volonté ne laisser la pile fonctionner qu'un instant sur le galvanomètre et éviter les actions prolongées du courant qui échaufferaient les fils et compromettraient l'aimantation de l'aiguille. Le bras D porte à son extrémité même une vis de serrage, également marquée I, dont l'emploi, au lieu de la borne antérieure I, ne laisse pas le courant passer par le bras D. Cette dernière vis, grâce à laquelle le fil conducteur doit pouvoir suivre les mouvements du bras, sert toutes les fois que l'application de courants trop intenses parcourant le bras D pourrait exercer une influence considérable sur l'aiguille et nuire ainsi à la précision de la mesure. On peut d'ailleurs, quand on se sert de l'instrument pour la mesure des résistances, vérifier aisé-

Digitized by Google

ment à chaque instant et par un procédé simple, indiqué ci-

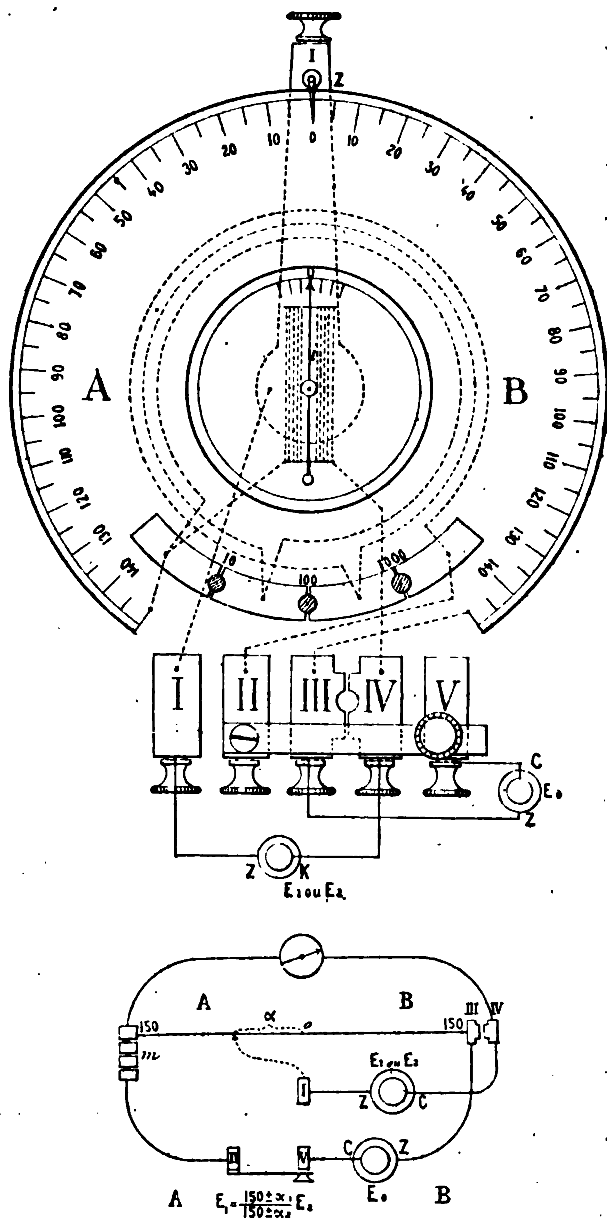


Fig. 4 et 4 *a*. — Comparaison de deux forces électromotrices.

Digitized by Google

après dans l'instruction sur le mode d'emploi de l'appareil, s'il est ou non ainsi influencé, ou s'il subit d'autres actions extérieures.

L'inspection des figures montre par elle-même les autres connexions de l'instrument. Nous ferons seulement observer à cet égard que les connexions de l'une des extrémités du fil du pont avec la borne III et celles de l'autre extrémité avec les résistances sont faites en fil très gros, de telle sorte que leur résistance est négligeable.

L'instrument est en outre muni des accessoires suivants :

1° Un *commutateur de batterie*, représenté dans la figure 5 et qui sert à introduire aisément, suivant les cas, un plus ou moins grand nombre d'éléments de pile;

2° Une *cheville de résistance* (1) formée, comme les autres chevilles de résistance, d'un fil de maillechort renfermé dans un cylindre d'ébonite et dont les deux extrémités aboutissent aux deux moitiés d'une cheville isolées l'une de l'autre par une lame d'ivoire; l'introduction de cette cheville de dérivation dans le trou 10 réduit de 10 à 1 la résistance de comparaison et permet de mesurer ainsi des résistances jusqu'à 0,02 ohm;

3° Une *cheville de résistance* (0,1), qu'on insère dans le trou I (quand on emploie les résistances de comparaison 1, 10, 100) et qui réduit à 0,1 la résistance en question, ce qui permet de mesurer jusqu'à 0,002 ohm;

4° Une *cheville de résistance* pour le trou réservé entre les bornes III et IV. Cette cheville contient un fil de maillechort de 300 ohms de résistance et s'emploie dans la détermination de la résistance des éléments de pile; elle a pour but de diminuer la sensibilité du galvanomètre;

5° Une *boîte de dérivations pour le galvanomètre*, qui sert à modifier la sensibilité du galvanomètre quand on l'emploie seul (voy. E, ci-après) et qui se place directement entre les bornes II et IV. Le cadre galvanométrique a une résistance fixe de 100 ohms à 20° C., la boîte de dérivations possède des résistances de $\frac{100}{9}$, $\frac{100}{99}$, $\frac{100}{999}$, dont l'introduction permet de réduire à volonté la sensibilité à $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$ ou $\frac{1}{1000}$ de sa valeur primitive.

Digitized by Google

Le commutateur de batterie accompagne toujours l'instrument ; la boîte de dérivations et les chevilles de résistance peuvent lui

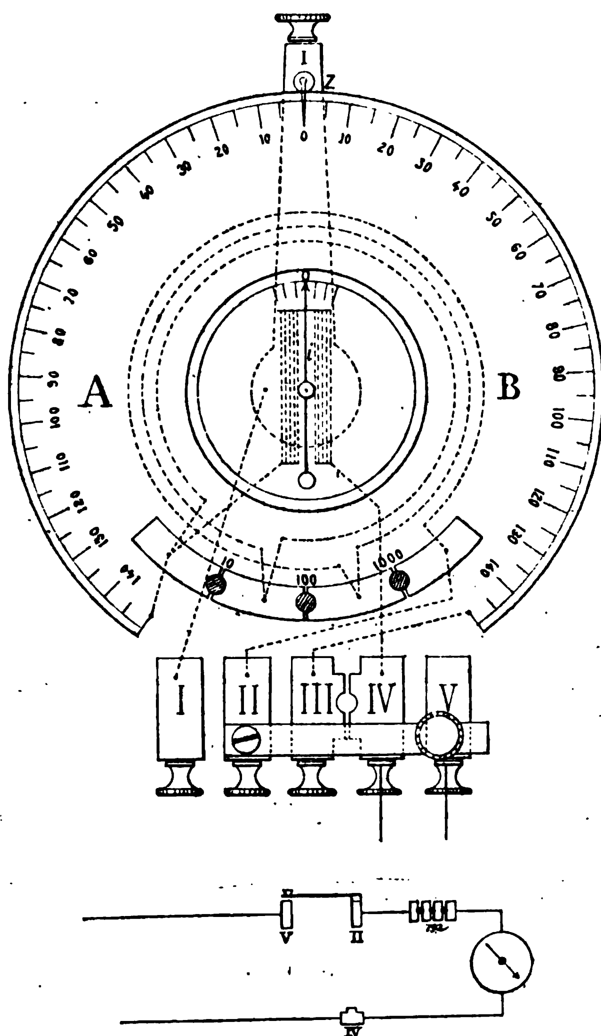


Fig. 5 et 5 *a*. — Emploi du galvanomètre de Sinus.

être adjointes suivant les épreuves auxquelles l'appareil est destiné.

MODE D'EMPLOI

A. *Détermination des résistances de fils* (fig. 3) :

a. Les deux extrémités de la résistance à mesurer sont reliées aux bornes II et III.

b. Les pôles de la pile d'épreuve aux bornes I et V, au besoin par l'entremise du commutateur de batterie.

c. Le trou réservé entre les bornes III et IV est bouché avec la cheville ordinaire.

d. L'un des trous 10, 100, 1000 est débouché ou bien la dérivation pour le trou 10 est insérée ; on a ainsi respectivement comme résistance de comparaison 10 ohms, 100 ohms, 1000 ohms ou, avec la dérivation, 1 ohm ; on choisit pour cette résistance de comparaison celle que l'on suppose se rapprocher le plus de la résistance à mesurer.

e. On tourne le galvanomètre de manière à amener l'aiguille *i* au-dessus du zéro de son échelle et l'on amène l'index Z au-dessus du zéro de l'échelle du plateau d'ardoise. On presse le bouton *r* de la clé T et l'on obtient ainsi une déviation de l'aiguille. On déplace alors l'index Z et on abaisse de nouveau la clé ; si la déviation est plus forte, on déplace l'index en sens contraire ; si elle est plus faible, on continue dans le sens primitif jusqu'à ce qu'on l'ait amené à une position telle que l'aiguille ne dévie plus.

On prend lecture de la position de l'index ; supposons-la de α degrés, et soit m la résistance de comparaison introduite 1, 10, 100 ou 1000 ; on a alors pour valeur de la résistance inconnue x :

$$x = m \frac{150 + \alpha}{150 - \alpha} \text{ ohms, si la lecture } \alpha \text{ est prise du côté A,}$$

et :

$$x = m \frac{150 - \alpha}{150 + \alpha} \text{ ohms, si elle est prise du côté B.}$$

Pour la facilité du calcul, on emploie la table ci-jointe qui donne, de demi-degré en demi-degré, pour chaque valeur de α la valeur correspondante de la fraction :

$$\frac{150 + \alpha}{150 - \alpha} \text{ pour lecture de } \alpha \text{ du côté A}$$

Digitized by Google

et de la fraction :

$$\frac{150-\alpha}{150+\alpha} \text{ pour lecture de } \alpha \text{ du côté B.}$$

Supposons par exemple le trou 100 débouché et $\alpha = 51,5$ du côté A; on a alors $m = 100$ ohms, et, d'après la table $\frac{150+\alpha}{150-\alpha} = 2,045$, ce qui donne :

$$x = 2,045 \times 100 \text{ ohms} = 204,5 \text{ ohms.}$$

Si α avait été relevé du côté B, on aurait eu, d'après la table, $\frac{150-\alpha}{150+\alpha} = 0,489$; d'où :

$$x = 0,489 \times 100 \text{ ohms} = 48,9 \text{ ohms.}$$

Remarques. — 1. Quand on emploie des courants intenses, l'aiguille peut être déviée soit par le courant qui va de la borne I à l'axe de l'instrument, et de là par le bras D à la vis de serrage désignée par la lettre I et située à son extrémité, soit par le courant qui circule dans les fils extérieurs voisins. Pour vérifier s'il n'en est pas ainsi, on cherche, comme d'ordinaire, la position de l'index Z, pour laquelle l'aiguille reste au zéro, on retire la cheville entre III et IV et on ferme de nouveau le circuit; si l'aiguille oscille, c'est qu'il existe une action de courant perturbatrice qu'il faut écarter. Dans ce cas, au lieu d'amener le fil de pile à la borne I, on le relie à la vis I du bras mobile en connexion avec l'index ; si l'aiguille dévie encore, il faut changer la position des fils extérieurs jusqu'à ce qu'elle reste au repos.

2. Il n'est pas nécessaire que l'aiguille se tienne exactement au zéro ; la fermeture du courant et la position exacte de l'index peuvent très bien déterminer l'immobilité de l'aiguille en tout autre point.

3. Avec des fils conducteurs défectueux, il arrive souvent que l'aiguille dévie quand on applique le conducteur, sans qu'on abaisse la clé T; cette déviation est alors très variable. Dans ce cas, on doit, avant de prendre la mesure définitive, laisser la clé fermée, l'index étant approximativement dans sa position exacte, pendant un temps assez long, jusqu'à ce que la déviation reste à peu près constante. Dans la mesure proprement dite, il faut

Digitized by Google

alors déplacer l'index jusqu'à ce que la déviation de l'aiguille reste la même, que la clé soit abaissée ou non. On fera bien dans ce cas de relever une seconde mesure en renversant les pôles de la pile et de prendre la moyenne des deux résultats.

B. *Détermination de la résistance d'éléments et de piles* (fig. 3).

a. La disposition est la même que pour A, à cela près qu'on remplace la résistance de fil inconnue x par l'élément ou la pile dont on veut déterminer la résistance.

b. Si l'on cherche la résistance d'une pile, on commence par prendre un nombre pair d'éléments que l'on divise en deux parts égales montées en opposition; l'aiguille ne présente alors qu'une faible déviation quand on n'abaisse pas la clé T. Si l'on n'a qu'un seul élément ou un nombre impair d'éléments (auquel cas l'une des parties opposée à l'autre lui est supérieure d'un élément), la déviation de l'aiguille est trop grande. On retire alors la cheville entre III et IV, et on la remplace par la cheville de résistance de 300 ohms dont nous avons parlé; si l'aiguille vient encore toucher l'un des deux arrêts en laiton, on fait tourner le galvanomètre dans le sens de l'aiguille jusqu'à ce qu'elle oscille librement; on peut également obtenir ce résultat par l'approche d'un aimant.

La déviation de l'aiguille peut être quelconque; on déplace l'index Z jusqu'à ce que la déviation soit la même, la clé T abaissée ou non; la résistance de l'élément ou de la pile se détermine alors exactement de la même manière que la résistance d'un fil, comme nous l'avons vu plus haut.

La précision de la mesure dépend de l'intensité de la pile d'épreuve (entre I et V); on la renforce jusqu'à ce qu'un faible déplacement de l'index détermine une différence sensible dans la déviation.

C. *Localisation des fautes dans les conducteurs* (fig. 3ᵃ).

a. On relie aux bornes II et III les extrémités du conducteur défectueux.

b. La borne I porte une clé t à laquelle est relié l'un des pôles de la pile, l'autre étant à la terre; on introduit une disposition permettant de renverser les pôles de la pile. On ne se sert pas de la borne V.

c. On cheville le trou entre les bornes III et IV, ainsi que ceux des résistances de comparaison.

d. On cherche la position de l'index Z sur le fil du pont, pour laquelle l'aiguille reste au zéro; si le conducteur est lui-même le siège d'un courant, on cherche la position pour laquelle l'aiguille donne la même déviation avec ou sans courant de pile. On emploie une pile puissante, des courants de quelque durée, et on renverse les pôles de la pile.

Soit alors x la distance de la faute à la borne III; y celle de la faute à la borne II; on a :

$$\frac{x}{y}=\frac{150+\alpha}{150-\alpha}, \text{ pour lecture de } \alpha \text{ du côté A,}$$

et

$$\frac{x}{y}=\frac{150-\alpha}{150+\alpha}, \text{ pour lecture de } \alpha \text{ du côté B;}$$

et, en désignant par l la longueur du conducteur et posant $z=\frac{x}{y}$,

$$x=l\,\frac{z}{1+z}$$

et

$$y=l\,\frac{1}{1+z}.$$

D. *Comparaison de deux forces électromotrices* E_1 *et* E_2 (fig. 4).

a. On amène au zéro l'aiguille et l'index.

b. On débouche le trou entre III et IV, et l'on cheville les trois trous 10, 100, 1000.

c. On relie aux bornes III et V un élément de force électromotrice considérable E et de faible résistance (un grand élément Bunsen par exemple ou deux éléments Daniell montés parallèlement) et aux bornes I et IV l'un des éléments que l'on veut comparer, E_1 par exemple, comme l'indique la figure 4, c'est-à-dire de telle sorte que les pôles semblables des deux éléments soient respectivement en connexion avec les bornes I et III, et IV et V.

On cherche la position de l'index pour laquelle l'aiguille reste

Digitized by Google

TABLE

POUR L'EMPLOI DU GALVANOMÈTRE UNIVERSEL

Lecture a.	A $\frac{150+a}{150-a}$	B $\frac{150-a}{150+a}$	Lecture a.	A $\frac{150+a}{150-a}$	B $\frac{150-a}{150+a}$	Lecture a.	A $\frac{150+a}{150-a}$	B $\frac{150-a}{150+a}$
145	59,00	0,017	119	8,68	0,115	93	4,26	0,235
144,5	53,54	0,019	118,5	8,52	0,117	92,5	4,22	0,237
144	49,00	0,020	118	8,37	0,119	92	4,17	0,240
143,5	45,15	0,022	117,5	8,23	0,121	91,5	4,13	0,242
143	41,86	0,024	117	8,09	0,123	91	4,08	0,245
142,5	39,00	0,026	116,5	7,96	0,126	90,5	4,04	0,247
142	36,50	0,028	116	7,82	0,128	90	4,00	0,250
141,5	34,29	0,029	115,5	7,69	0,130	89,5	3,96	0,253
141	32,33	0,031	115	7,57	0,132	89	3,92	0,255
140,5	30,58	0,033	114,5	7,45	0,134	88,5	3,88	0,258
140	29,00	0,035	114	7,33	0,136	88	3,84	0,260
139,5	27,57	0,036	113,5	7,22	0,139	87,5	3,80	0,263
139	26,27	0,038	113	7,11	0,141	87	3,76	0,266
138,5	25,09	0,040	112,5	7,00	0,143	86,5	3,72	0,269
138	24,00	0,042	112	6,89	0,145	86	3,69	0,271
137,5	23,00	0,044	111,5	6,79	0,147	85,5	3,65	0,274
137	22,08	0,045	111	6,69	0,150	85	3,62	0,276
136,5	21,22	0,047	110,5	6,59	0,152	84,5	3,58	0,279
136	20,43	0,049	110	6,50	0,154	84	3,54	0,282
135,5	19,69	0,051	109,5	6,41	0,156	83,5	3,51	0,285
135	19,00	0,052	109	6,32	0,158	83	3,48	0,288
134,5	18,35	0,054	108,5	6,23	0,160	82,5	3,44	0,290
134	17,75	0,056	108	6,14	0,163	82	3,41	0,293
133,5	17,18	0,058	107,5	6,06	0,165	81,5	3,38	0,296
133	16,65	0,060	107	5,97	0,168	81	3,35	0,299
132,5	16,14	0,062	106,5	5,89	0,170	80,5	3,31	0,302
132	15,67	0,064	106	5,82	0,172	80	3,28	0,304
131,5	15,22	0,066	105,5	5,74	0,174	79,5	3,25	0,307
131	14,79	0,068	105	5,67	0,176	79	3,22	0,310
130,5	14,38	0,070	104,5	5,59	0,179	78,5	3,19	0,313
130	14,00	0,071	104	5,52	0,182	78	3,17	0,316
129,5	13,63	0,073	103,5	5,45	0,183	77,5	3,14	0,319
129	13,28	0,075	103	5,38	0,186	77	3,11	0,322
128,5	12,95	0,077	102,5	5,31	0,188	76,5	3,08	0,325
128	12,64	0,079	102	5,25	0,190	76	3,05	0,327
127,5	12,33	0,081	101,5	5,18	0,193	75,5	3,03	0,330
127	12,04	0,083	101	5,12	0,195	75	3,00	0,333
126,5	11,76	0,085	100,5	5,06	0,198	74,5	2,973	0,336
126	11,50	0,087	100	5,00	0,200	74	2,947	0,339
125,5	11,24	0,089	99,5	4,94	0,202	73,5	2,921	0,342
125	11,00	0,091	99	4,88	0,205	73	2,896	0,345
124,5	10,76	0,093	98,5	4,82	0,207	72,5	2,871	0,348
124	10,54	0,095	98	4,77	0,209	72	2,846	0,351
123,5	10,32	0,097	97,5	4,71	0,212	71,5	2,822	0,354
123	10,11	0,099	97	4,66	0,215	71	2,797	0,357
122,5	9,91	0,101	96,5	4,61	0,217	70,5	2,773	0,360
122	9,72	0,103	96	4,55	0,220	70	2,750	0,364
121,5	9,53	0,105	95,5	4,50	0,222	69,5	2,726	0,367
121	9,35	0,107	95	4,45	0,224	69	2,703	0,370
120,5	9,17	0,109	94,5	4,40	0,227	68,5	2,680	0,373
120	9,00	0,111	94	4,36	0,230	68	2,658	0,376
119,5	8,84	0,113	93,5	4,31	0,232	67,5	2,636	0,379

Digitized by Google

Lecture a.	A $\frac{150+a}{150-a}$	B $\frac{150-a}{150+a}$	Lecture a.	A $\frac{150+a}{150-a}$	B $\frac{150-a}{150+a}$	Lecture a.	A $\frac{150+a}{150-a}$	B $\frac{150-a}{150+a}$
67	2,614	0,382	44,5	1,843	0,542	22	1,343	0,744
66,5	2,592	0,386	44	1,830	0,546	21,5	1,334	0,749
66	2,571	0,389	43,5	1,816	0,550	21	1,325	0,754
65,5	2,550	0,392	43	1,803	0,554	20,5	1,316	0,760
65	2,529	0,395	42,5	1,790	0,558	20	1,307	0,765
64,5	2,509	0,398	42	1,777	0,562	19,5	1,298	0,770
64	2,488	0,402	41,5	1,765	0,567	19	1,290	0,775
63,5	2,468	0,405	41	1,752	0,571	18,5	1,281	0,780
63	2,448	0,408	40,5	1,739	0,575	18	1,272	0,786
62,5	2,428	0,412	40	1,727	0,579	17,5	1,264	0,791
62	2,409	0,415	39,5	1,714	0,583	17	1,255	0,796
61,5	2,389	0,418	39	1,702	0,587	16,5	1,247	0,802
61	2,370	0,422	38,5	1,690	0,592	16	1,238	0,807
60,5	2,352	0,425	38	1,679	0,596	15,5	1,230	0,813
60	2,333	0,429	37,5	1,667	0,600	15	1,222	0,818
59,5	2,315	0,432	37	1,655	0,604	14,5	1,214	0,823
59	2,296	0,435	36,5	1,643	0,609	14	1,206	0,829
58,5	2,278	0,439	36	1,631	0,613	13,5	1,198	0,835
58	2,261	0,442	35,5	1,620	0,617	13	1,189	0,841
57,5	2,243	0,446	35	1,608	0,622	12,5	1,181	0,847
57	2,226	0,449	34,5	1,597	0,626	12	1,173	0,852
56,5	2,208	0,453	34	1,586	0,630	11,5	1,166	0,858
56	2,191	0,456	33,5	1,575	0,635	11	1,158	0,863
55,5	2,174	0,460	33	1,564	0,639	10,5	1,150	0,869
55	2,158	0,463	32,5	1,553	0,644	10	1,143	0,875
54,5	2,141	0,467	32	1,542	0,648	9,5	1,135	0,881
54	2,125	0,471	31,5	1,531	0,653	9	1,127	0,887
53,5	2,100	0,474	31	1,521	0,657	8,5	1,120	0,893
53	2,093	0,478	30,5	1,510	0,662	8	1,112	0,899
52,5	2,077	0,481	30	1,500	0,667	7,5	1,105	0,905
52	2,061	0,485	29,5	1,489	0,671	7	1,097	0,911
51,5	2,045	0,489	29	1,479	0,676	6,5	1,090	0,917
51	2,030	0,492	28,5	1,469	0,681	6	1,083	0,923
50,5	2,015	0,496	28	1,459	0,685	5,5	1,076	0,929
50	2,000	0,500	27,5	1,449	0,690	5	1,068	0,935
49,5	1,985	0,504	27	1,439	0,695	4,5	1,061	0,942
49	1,970	0,508	26,5	1,429	0,700	4	1,054	0,948
48,5	1,955	0,511	26	1,419	0,705	3,5	1,047	0,954
48	1,941	0,515	25,5	1,409	0,709	3	1,040	0,960
47,5	1,926	0,519	25	1,400	0,714	2,5	1,033	0,967
47	1,913	0,523	24,5	1,390	0,719	2	1,027	0,974
46,5	1,898	0,527	24	1,380	0,724	1,5	1,020	0,980
46	1,884	0,531	23,5	1,371	0,729	1	1,013	0,987
45,5	1,870	0,535	23	1,362	0,734	0,5	1,006	0,993
45	1,857	0,538	22,5	1,352	0,739			

au zéro quand la clé T est abaissée ; soit α_1 degrés cette position.

On intercale alors l'élément E_2 à la place de l'élément E_1 et l'on prend la même mesure ; soit α_2 degrés la position de l'index ainsi trouvée. On a alors :

$$E_1 = \frac{150-\alpha_1}{150-\alpha_2} E_2.$$

Digitized by Google

Si α_1 ou α_2 se trouve du côté B, on n'a qu'à remplacer $-\alpha_1$ ou $-\alpha_2$ respectivement par $+\alpha_1$ ou $+\alpha_2$.

Les deux forces électromotrices sont ainsi dans le rapport des distances angulaires observées entre l'index Z et le degré marqué 150 du côté A.

E. *Emploi de l'instrument comme boussole de sinus* (fig. 5).

a. L'aiguille et l'index sont amenés au zéro.

b. Le trou entre III et IV est ouvert ; les trous 10, 100, 1000 sont chevillés.

c. On relie aux bornes IV et V les deux extrémités du circuit dans lequel on veut déterminer l'intensité.

L'aiguille dévie ; on tourne alors le galvanomètre dans le même sens que la déviation, sans déplacer l'index, jusqu'à ce que l'aiguille se tienne au zéro ; si α est alors la position de l'index, l'intensité du courant est mesurée par sin. α.

Si l'on ne trouve aucune position de l'index pour laquelle l'aiguille se tienne au zéro, c'est que le galvanomètre est trop sensible ; on peut diminuer sa sensibilité soit au moyen d'aimants placés à proximité et tournant avec le galvanomètre qui, tendent à immobiliser l'aiguille, soit en introduisant des dérivations entre IV et V.

Cet appareil très ingénieusement compris et soigneusement construit est appelé à rendre de grands services en électricité.

E. Boistel.

ESSAIS D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DES TRAINS DE VOYAGEURS

Nous avons parlé en leur temps[1] des deux essais d'éclairage électrique qui avaient été effectués sur des trains de voyageurs, l'un en Angleterre sur le train express faisant le service entre Londres et Brighton par les soins de la Société *Force et Lumière*, et l'autre aux chemins de fer de l'Est par M. Tommasi sous la direction des ingénieurs de la Compagnie.

[1] Voy. l'*Électricien*, t. III, p. 240.

Digitized by Google

Les mêmes ingénieurs qui avaient tenté ces premiers essais, ont recommencé des expériences : le dernier sur les chemins de fer de l'État belge au mois de janvier 1883, et les premiers sous une autre raison sociale (*French electrical Power storage* C°) au chemin de fer d'Orléans, au mois de mai de la même année.

En Belgique les expériences ont été faites entre Anvers et Bruxelles sur une rame de wagons composée de 11 véhicules éclairés par 33 lampes Swan sans boucle (type de 8 bougies).

M. Tommasi a conservé la disposition de principe qu'il avait adoptée au chemin de fer de l'Est. Les lampes étaient alimentées par le courant d'une machine Gramme mise en mouvement par l'un des essieux du fourgon, par l'intermédiaire d'un embrayage; comme la machine dynamo ne peut naturellement fournir le courant nécessaire que quand elle atteint une vitesse de rotation déterminée, on se servait pour les ralentissements et les arrêts d'accumulateurs système Meritens, qui pouvaient également être chargés pendant la marche, lorsque la machine génératrice donnait un courant plus que suffisant pour alimenter les lampes.

La machine dynamo-électrique donnait à une vitesse de 1350 tours un courant de 50 ampères avec une différence de potentiel aux bornes de 50 volts. L'arbre de cette machine dynamo mettait en mouvement celui d'une machine Gramme magnéto qui remplissait les fonctions d'excitatrice et qui, à une vitesse de 2000 tours, (correspondant à la vitesse de rotation de la première) produisait 14 ampères et de 18 à 20 volts.

Le nombre des accumulateurs était d'abord de 16; il fut ensuite porté à 20. Chacun d'eux pèse 100 kilogrammes, et il suffit, d'après M. Tommasi, de six semaines pour les former; ils étaient tous disposés en tension. Dans ces conditions, les 16 accumulateurs pouvaient emmagasiner 22 ampères pendant huit heures (soit 176 ampères-heure) avec une force électromotrice de 2,15 volts par élément. Les accumulateurs renfermaient donc,

$$8 \times 3600 \times 22 = 633\,600 \text{ coulombs.}$$

Ils pouvaient ensuite alimenter pendant quatre heures, 33 lampes avec un courant d'un ampère ; ils débitaient donc $3 \times 3600 \times 33 = 472\,500$ coulombs, soit un rendement de 75 pour 100 qui paraît d'ailleurs fort élevé.

La figure 1 donne le schéma de l'ensemble de l'installation.

On pouvait craindre toutefois que pendant les arrêts ou les ralentissements, la machine Gramme ne fournissant pas le courant nécessaire, les accumulateurs ne vinssent à se décharger dans la machine

Digitized by Google

et à l'avarier. A cet effet M. Tommasi avait installé un interrupteur automatique, analogue à celui qu'il avait disposé sur le train du chemin de fer de l'Est. Cet interrupteur, représenté en I sur le schéma, se compose de deux électro-aimants dont l'armature fait l'office de commutateur; quand cette armature est attirée, la dynamo et les accumulateurs sont dans un même circuit; si au contraire elle n'est pas au contact, la dynamo est en dehors du circuit des accumulateurs et des lampes, comme on peut le voir sur la figure 1. Or c'est le courant de la machine excitatrice qui détermine l'attraction de l'armature

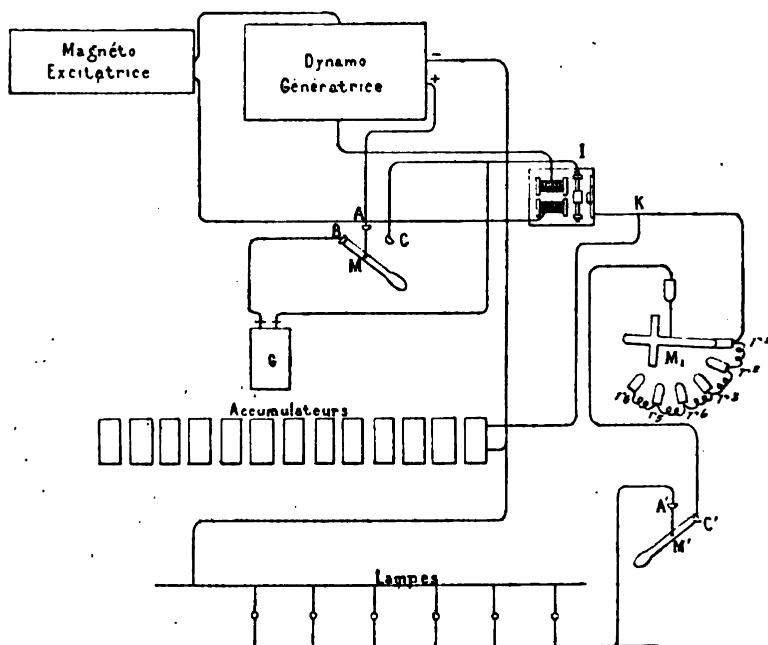


Fig. 1. Éclairage électrique des trains.

mobile, quand il a une intensité déterminée, c'est-à-dire quand la machine dynamo (dont la vitesse est proportionnelle à celle de l'excitatrice) produit un courant suffisant pour charger les accumulateurs.

L'installation comporte, en outre, une boîte à résistances variables qui sert à régler au moyen d'une manette M_1 que l'on met sur l'une des touches r_1 r_2 r_3....., l'intensité du courant qui doit passer dans les lampes. A cet effet, deux lampes témoins, placées dans le fourgon contenant tous les appareils électriques, permettent l'agent à chargé de l'éclairage de régler l'intensité lumineuse en agissant sur la boîte de résistance; le fourgon contient également deux commutateurs, l'un

Digitized by Google

dont la manette M peut prendre trois positions : mise sur A elle isole la génératrice des accumulateurs et des lampes; mise en B elle rétablit cette communication en introduisant le galvanomètre G dans ce circuit; mise sur C elle enlève le galvanomètre du circuit. Le second commutateur peut prendre deux positions : la manette M' mise sur A' enlève les lampes du circuit, et, mise sur C', elle les y rétablit.

Ainsi donc on peut, au moyen de ses commutateurs :

1° Charger au moyen de la machine les accumulateurs seuls (quand l'interrupteur I le permet), sans alimenter les lampes;

2° Alimenter les lampes avec les accumulateurs seuls;

3° Charger en même temps les accumulateurs et alimenter les lampes.

Les lampes étaient disposées dans les lanternes ordinaires des voitures au moyen d'un emmanchement à baïonnette ayant prise sur la douille. Elles étaient surmontées de petits réflecteurs qui amélioraient sensiblement l'éclairage utile à l'intérieur de la voiture.

Les ingénieurs du chemin de fer d'Orléans ont adopté pour leur éclairage une disposition toute différente de celle qui précède et qui avait été la seule adoptée jusqu'alors. Ils ont puisé l'électricité nécessaire à l'alimentation des lampes dans les accumulateurs seulement, et ils ont laissé de côté toute installation de machines électriques.

Nous extrayons de la *Revue générale des chemins de fer*[1] le compte rendu de ces essais.

Les accumulateurs employés étaient du système Faure-Sellon Volkmar et chaque voiture en portait un nombre suffisant pour assurer son éclairage pendant vingt-quatre à trente heures. Ils étaient placés sous les banquettes.

Les lampes système Swan étaient installées dans les lanternes ordinaires des voitures.

Chaque compartiment était éclairé par deux lampes ayant un pouvoir éclairant de 10 à 12 bougies ; mais on a reconnu qu'une seule lampe par compartiment (soit quatre lampes par voiture) peut suffire.

Il faut pour cet éclairage 2 à 3 kilogrammes d'acculumateurs par lampe et par heure, ce qui pour un éclairage de vingt-cinq heures (trajet de nuit [aller et retour] de Paris à Bordeaux ou de Paris à Toulouse), exigerait par voiture (quatre lampes) 2 à 300 kilogrammes d'accumulateurs.

Tout le monde reconnaît la commodité des foyers à intensité lumineuse variable que l'on peut régler à volonté, comme le gaz Pintsch par exemple. On peut de même régler l'intensité lumineuse des lampes

[1] Numéro de septembre 1883.

Digitized by Google

électriques ou même les éteindre complètement en leur substituant une résistance convenable. M. Swan a réalisé à cet effet une disposition qu'il a appliqué à l'éclairage du paquebot *la Normandie* de la Cie Transatlantique. Cet appareil se compose de lames de mica très minces entourées d'un fil de fer nickelé très fin et placé en dérivation sur le circuit de la lampe. En introduisant une quantité plus ou moins grande de résistance dans le circuit de dérivation on obtient des intensités lumineuses plus ou moins faibles.

Au chemin de fer d'Orléans on a adopté une solution nouvelle qui permet de mettre les lampes en veilleuses, sans avoir recours aux résistances auxiliaires, et sans changer l'agencement des accumulateurs.

Pendant l'éclairage normal les lampes étaient alimentées par un courant de 2 ampères et elles détermineraient une chute de potentiel de 10 volts; nous avons déjà dit que, dans l'essai du 5 mai, il y avait deux lampes par compartiment, elles étaient placées en dérivation et la disposition était telle que, par l'extinction simultanée de ces deux lampes, on mettait dans le circuit une troisième lampe de 24 volts, qui était alors alimentée par le courant précédent avec une intensité de 1/2 ampère et produisant l'effet d'une veilleuse.

Dès lors, au lieu des 4 ampères heure absorbés par l'éclairage, normal, la veilleuse ne consommait plus qu'un 1/2 ampère heure.

Comme nous l'avons déjà fait remarquer, cette expérience est absolument différente de celles qui avaient été tentées jusqu'ici en Angleterre, en France, en Allemagne et en Autriche pour l'éclairage des voitures des trains de voyageurs.

A la suite d'expériences effectuées à Francfort au commencement de 1882, le journal des *Vesein* avait conclu ainsi : « Dans l'état actuel de la science, il est impossible d'éclairer un train au moyen d'accumulateurs Faure seuls; une machine dynamo-électrique est indispensable. »

Le succès de l'expérience du chemin de fer d'Orléans vient détruire ces conclusions, et on peut même concevoir que dans la pratique, il soit préférable de recourir à l'emploi d'accumulateurs seuls.

Chaque voiture, en effet, portant sa provision d'électricité est individualisée; la conduite à laquelle on est obligé d'avoirs recours dans la première méthode est ainsi supprimée. Le renouvellement des accumulateurs est plus commode que dans le cas précédent. Enfin leur chargement est opéré totalement en stationnement, et la locomotive n'est chargée d'effectuer le travail nécessaire pour l'éclairage sur aucune partie du parcours. R. S.

Digitized by Google

CLEF UNIVERSELLE
POUR LES MESURES ÉLECTRIQUES

PAR M. E. DUCRETET

La disposition de cette clef permet de réaliser un certain nombre de combinaisons de circuits, nécessaires dans les mesures électriques par les méthodes galvanométriques ou électrométriques.

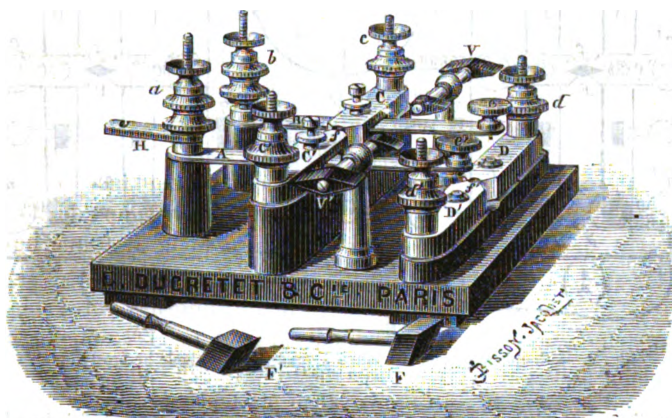


Fig. 1. — Clef universelle.

Elle se compose essentiellement de deux ressorts métalliques A et B venant au contact de deux bandes C et C′, lorsqu'ils sont au repos, et au contact des deux bandes D et D′, lorsqu'ils sont abaissés. Ces deux bandes C et C′ (ainsi que D et D′) peuvent être réunies en une, *par l'addition des fiches* FF′, *en ff′. Un verrou métallique* H *peut réunir entre eux, d'une façon permanente, les deux ressorts* AB.

Six boutons ab, cc′, dd′, se trouvent aux extrémités des ressorts AB et des bandes C et D ; ils sont à double serrage et ils reçoivent les conducteurs. Les verrous VV′ fixent, à volonté, les contacts sur D et D′, en les interrompant en C et C′.

Les figures 1 et 2 dispensent d'une longue explication pour mettre en évidence les dispositions que cette clef permet de réaliser aisément : Simple ou double clef de Morse, avec ou sans translation. — Clef à double inversion. — Clef à 1, 2, 3 et 4 directions. — Pour l'étude des phénomènes de *polarisation des électrodes*, elle permet d'établir rapi-

Digitized by Google

dement la communication d'une pile avec un voltamètre ; et ensuite, instantanément, du voltamètre avec un galvanomètre ou avec un électromètre, sans que la pile soit fermée sur elle-même. On peut substituer au voltamètre une cuve à décomposition (fig. 3), dans laquelle les électrodes peuvent être facilement remplacées.

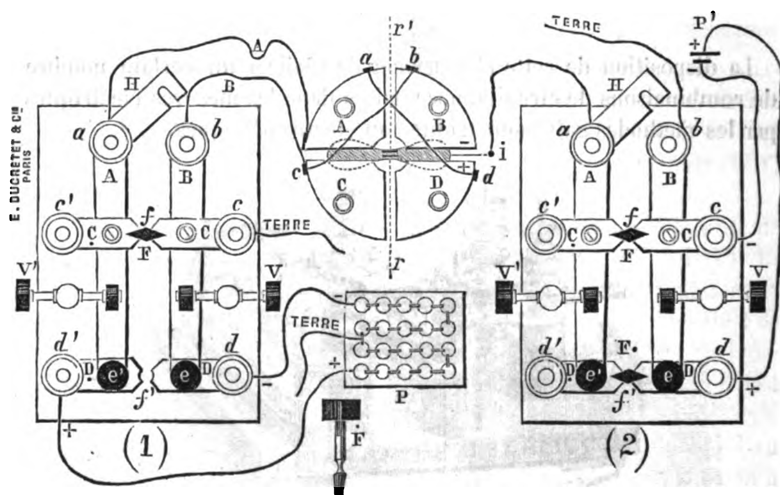


Fig. 2. — Couplage de l'électromètre à quadrants (méthode hétérostatique).

La figure 2 ci-dessous montre l'application de cette clef *à la charge d'un électromètre de M. Mascart* (fig. 4).

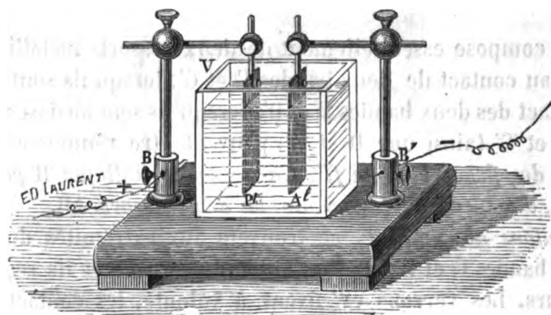


Fig. 3. — Cuve à décomposition à électrodes mobiles.

La clef de gauche (1) sert à la charge des quadrants AD, BC, de l'électromètre. Ces deux fils AB sont reliés aux bornes *ab* de la clef et, par suite, aux deux ressorts AB (tenir ouvert le verrou H ; la fiche F placée en *f*, celle F′ enlevée de *f′*).

Digitized by Google

Les ressorts AB étant au repos, ils communiquent avec les bandes supérieures CC′, reliées par la fiche F. Ces quadrants sont alors en communication ensemble, *avec la terre*, et déchargés.

En abaissant les ressorts AB en *ee′*, ils viennent au contact des

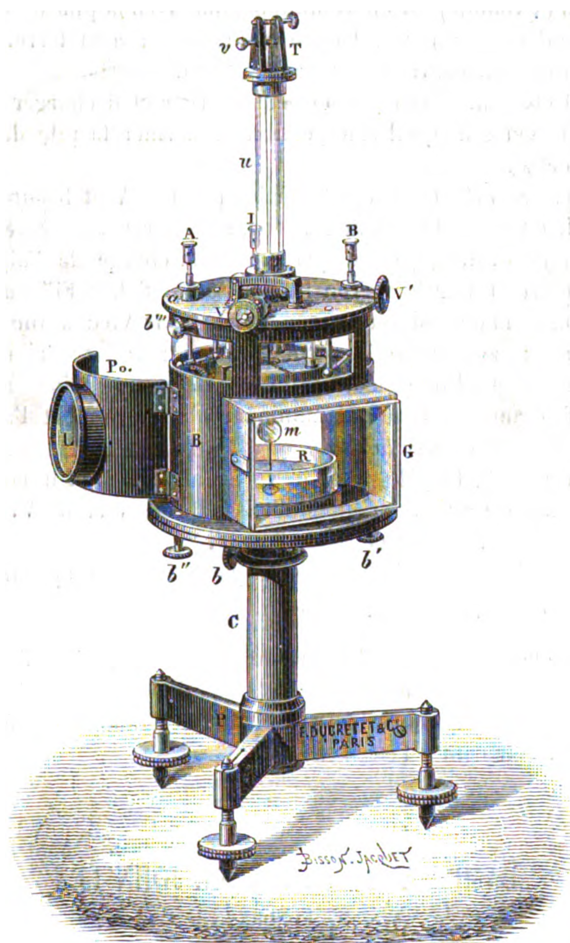


Fig. 4. — Électromètre de M. Mascart.

bandes DD′ et les quadrants sont (alors seulement) en communication avec la pile de charge P dont le milieu est *à la terre*. En laissant les ressorts libres, cette communication est rompue et les quadrants déchargés à la terre. Si l'on ne veut pas décharger les quadrants, il

Digitized by Google

suffit d'enlever la fiche F, ainsi que la communication avec la terre; CC′ sont alors isolés. Le verrou H toujours ouvert, suivant la figure 2 ci-dessus.

En n'abaissant qu'un seul des ressorts, A ou B, *l'un ou l'autre* des quadrants (à volonté) est en communication avec la pile de charge P par un seul de ses pôles, l'autre quadrant est à la terre. Il faut, comme ci-dessus, mettre la fiche en *f*; *f′* et H ouverts.

Avec la clef ainsi disposée, on peut charger et décharger les quadrants, et cela sans qu'il soit possible de fermer la pile de charge sur elle-même.

Les verrous VV′ calent à volonté les ressorts A et B sur D et D′, pour avoir un contact permanent, lorsque cela est nécessaire.

La clef de droite (2) est disposée pour la charge de l'aiguille de l'électromètre (ouvrir le verrou H, mettre les fiches FF′ en *ff′*). La figure montre la disposition des conducteurs : 1° Avec la pile étalon P′ (ou autre source à étudier par comparaison); 2° avec l'aiguille I de l'électromètre, par l'intermédiaire du vase intérieur à acide sulfurique. Cette clef permet de faire communiquer alternativement l'aiguille I avec la source P′ et *avec la terre*.

En abaissant A, le pôle + de P′ va à l'aiguille I, et le pôle — au sol. Le contraire a lieu lorsqu'on abaisse B. Les verrous VV′ fixent à volonté le contact de A et de B sur D et D′.

La figure 4 montre l'ensemble de l'électromètre symétrique de M. Mascart, *à suspension bifilaire*.

N. B. — Pour l'étude de l'électricité atmosphérique; de l'électricité statique ou de toute autre source électrique d'un potentiel élevé, on ne peut employer les commutateurs ou clefs. Les conducteurs, *bien isolés*, arrivent directement à l'*électromètre*.

LAMPE A ARC, SYSTÈME JOHN LEA
DE LONDRES

Dans cet appareil, le charbon supérieur, positif, est maintenu par trois galets à gorge a, a_1, a_2, fous sur leur axe de suspension.

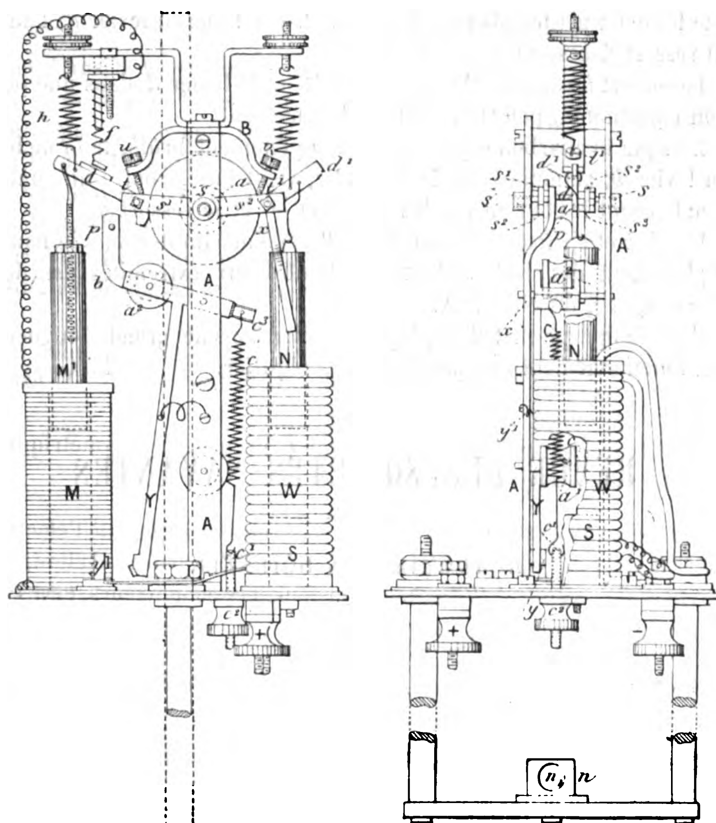
Deux de ces galets, a et a_1, font partie d'un châssis A portant un levier b qui supporte le troisième galet a_2; la pression de ce dernier, sur le charbon, se règle à l'aide d'une vis c_1 et de l'écrou c_2, qui agissent sur le ressort à boudin e, fixé à l'extrémité e_2 du levier b.

Digitized by Google

La position du galet a_2, représentée figure 1, est celle occupée par ce galet, dans le cas où l'on fait usage de charbons de gros diamètres.

Le charbon inférieur, négatif, est fixé au moyen d'une vis n_1 dans un support n.

Le déplacement du charbon supérieur, seul mobile, s'obtient, lors de la mise en marche, de la manière suivante : le courant qui arrive par la borne + traverse la bobine M, à fil fin, placée en dérivation sur le circuit principal ; le noyau M_1, qui est attiré vers le bas, agit sur



l'extrémité p du levier b. Le galet a_2 s'éloigne alors du charbon supérieur représenté en pointillé ; ce charbon rendu libre descend sous l'action de son poids jusqu'à ce qu'il rencontre le charbon inférieur.

A ce moment le courant passe dans la bobine W à fil gros, le noyau N, qui se trouve attiré, agit sur un levier d_1 qui fait tourner le galet a de droite à gauche ; ce qui a pour effet de relever légèrement

Digitized by Google

le charbon supérieur et de donner naissance à l'arc qui jaillit entre les deux charbons. A ce moment le bras x vient buter contre A en limitant la course du levier d.

Le courant, qui trouve un chemin moins résistant par la bobine W, ne passe plus dans M, et le noyau M_1, rappelé par le ressort k, ramène le levier d dans sa position initiale, et le galet a_2 au contact du charbon.

Quand l'arc devient trop grand, la résistance augmente et une partie du courant passe dans la bobine M. En s'abaissant, le levier d fait légèrement tourner le galet a de gauche à droite, et cela jusqu'à ce que les deux petites plaques de platine fixées l'une au levier d, l'autre au ressort f, cessent de se toucher.

Le ressort k ramène alors le noyau M_1 et le levier d dans une position convenable, pour le prochain déplacement.

Lorsque le charbon supérieur est complètement brûlé, la branche Y du levier b, actionné par le ressort c, vient buter contre un contact y en fermant le courant par les vis + et — et le ressort y.

Les vis v et v_1, fixées dans un étrier B, servent à limiter vers le haut le déplacement des leviers d et d_1 articulés aux extrémités des deux pièces s_1 et s_2 du châssis A.

Cette lampe permet d'employer des charbons de grande longueur; son fonctionnement est, paraît-il, très régulier. L. C.

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 24 décembre 1883.

Sur l'étalonnage des galvanomètres. — Note de M. E. Ducretet.

L'étalonnage des galvanomètres d'intensité ou de forces électromotrices, doit être vérifié fréquemment, *par suite des variations du champ magnétique, dues surtout aux variations de l'aimant directeur du galvanomètre.* L'intensité magnétique de cet aimant directeur doit être assez grande pour rendre peu sensibles les variations extérieures; il faut néanmoins en tenir compte.

Ces variations détruisent la valeur de l'étalonnage et amènent des erreurs sensibles. Il est donc nécessaire de le vérifier fréquemment. Pour faciliter cet étalonnage et sa vérification, je transforme l'aimant directeur en une sorte d'électro-aimant, en le garnissant de bobines à

Digitized by Google

fil d'une certaine résistance. Pour aimanter ce barreau d'acier, on lance dans ses bobines, pendant un temps déterminé, le courant de plusieurs daniells de grande surface (le modèle rond de $0^{m},22$ de haut est convenable). Le circuit de ces bobines étant très résistant, la pile ne se polarise pas.

Chaque fois qu'on veut vérifier l'étalonnage, on amène le barreau aimanté à son intensité première, en y lançant un même courant pendant le même temps.

C'est ainsi que j'ai disposé l'aimant directeur de galvanomètre universel sans oscillation. Cette disposition peut être appliquée à tous les galvanomètres munis d'un aimant directeur. On peut substituer au barreau d'acier un barreau de fer doux, muni de bobines semblables; elles reçoivent, pendant l'observation, le courant continu d'une pile Daniell, courant qu'on interrompt après l'observation.

Séance du 31 *décembre* 1883.

Réponse aux observations de M. Larroque, *sur les expériences relatives à l'étude des courants telluriques.* — Note de M. E.-E. Blavier.

Je trouve, dans un des derniers numéros des *Comptes rendus*, une Note de M. Larroque, relative aux expériences que j'ai faites sur les courants telluriques, et à laquelle je demande la permission de répondre brièvement.

Le potentiel, en un point de la terre, peut varier par suite de circonstances accidentelles, telles que la décharge d'un nuage orageux; mais cette variation est infiniment courte et l'équilibre se rétablit à peu près instantanément. Il en résulte seulement dans les fils conducteurs des courants d'une durée très brève qui, comme je l'ai expliqué dans la Note insérée au numéro du 26 novembre des *Comptes rendus*, ne donnent aucune trace sur le papier photographique, l'espace consacré à une heure étant seulement de $0^{m},01$.

Suivant M. Larroque, j'aurais dû tenir compte des courants qui se développent aux contacts des extrémités de la ligne avec le sol.

Nos plaques de terre sont formées de masses de fer qui donnent, en effet, lieu à des courants, par suite de leur différence d'action chimique sur l'eau qui les environne. Mais la force électromotrice qui en résulte, que nous connaissons depuis longtemps et que nous avons mesurée, est très faible; elle ne dépasse pas, en général, 1/10 de volt; tandis que celle qui produit le courant tellurique, sur une ligne comme celle de Paris à Nancy, atteint souvent, même en temps ordinaires, 3, 4 et 5 volts. La force électromotrice due à l'action des

Digitized by Google

électrodes est d'ailleurs sensiblement constante pendant une certaine période de temps et ne peut modifier la forme des courbes ; son seul effet est de déplacer leur position par rapport à l'axe.

M. Larroque pense que j'aurais dû faire connaître à chaque instant *le potentiel statique du sol aux deux contacts*. Je n'ai pas songé à faire cette détermination, parce que je ne connais pas de moyen de déterminer la valeur absolue du potentiel en un point, et que je me proposais seulement de mesurer la différence des potentiels entre les deux extrémités d'une ligne.

L'*induction électrostatique de la terre,* dit M. Larroque, *vient encore troubler les indications*. Je me demande ce qu'il entend par induction électrostatique de la terre, pour des fils qui sont en relation avec elle.

M. Larroque ajoute que *l'intensité des courants dépend, dans une assez large mesure, de la résistance du sol, et que, par suite, ses variations accidentelles sont liées à la température et au degré d'humidité du sol*. La résistance du sol autour d'un point, lorsque la communication est bien établie, comme cela a lieu dans nos bureaux télégraphiques, est au plus de 30 à 40 ohms. Que peut faire une variation sur un circuit dont la résistance totale est de 10 000 ohms ?

M. Larroque pense que *les lignes télégraphiques aériennes, à fil nu, ne se prêtent pas à l'étude des courants telluriques*. Mes expériences prouvent le contraire, puisque deux fils de Paris à Nancy, l'un aérien et l'autre souterrain, donnent identiquement les mêmes courbes.

Il croit qu'*il est absolument nécessaire que la ligne soit formée d'un fil très peu résistant, non magnétique, bien isolé et absolument abrité de l'humidité*. Je crois, au contraire : 1° que, pour éviter les effets secondaires, il faut employer un circuit résistant ; c'est dans ce but que nous avons adopté 10 000 ohms pour sa résistance : 2° que les propriétés magnétiques du conducteur sont absolument indifférentes ; 3° enfin que l'état d'isolement de nos lignes est parfaitement suffisant, puisque, comme je l'ai dit, on trouve même résultat sur une ligne aérienne et sur une ligne souterraine aboutissant aux mêmes points extrêmes, et dont les conducteurs sont en fer pour la première et en cuivre pour l'autre.

Il est probable que M. Larroque n'aurait pas envoyé ses observations à l'Académie s'il avait vu nos courbes, que je tiens entièrement à sa disposition.

Nos expériences continuent et je profite de l'occasion pour signaler à l'Académie deux résultats nouveaux qui offrent un certain intérêt.

Nous avons voulu nous assurer que les courbes des courants telluriques ne sont pas troublées par l'effet des transmissions télégra-

Digitized by Google

phiques du poste central de Paris, dont nous empruntons le fil de terre. Le fait que j'ai déjà signalé, de deux fils de directions opposées qui fournissent des courbes absolument contraires, en était déjà une preuve; mais nous avons voulu en avoir une nouvelle confirmation : nous avons pris à cet effet deux fils aboutissant à Nancy d'un côté, tandis que leurs autres extrémités sont à la terre au poste central de Paris pour l'un d'eux et à Viroflay pour le second. Les courbes formées par ces deux conducteurs sont absolument identiques.

J'avais, dans ma dernière Note, exprimé l'opinion, déjà mise en avant par plusieurs physiciens au Congrès des électriciens, mais qui avait besoin d'être confirmée par l'expérience, qu'on pouvait observer les variations des courants telluriques au moyen de lignes très courtes. J'ai comparé les courants fournis par la ligne de Paris à Châlons avec ceux que donne une ligne allant du poste central de Paris (103, rue de Grenelle) au bastion de la porte de Flandre. En conservant pour l'observation de ces derniers une résistance totale de 10 000 ohms, on n'obtient que des variations insignifiantes d'intensité; mais en réduisant cette résistance à 1000 ohms, on retrouve les mêmes variations que sur la ligne de Paris à Châlons, avec une légère différence des courbes toutefois, tenant à ce que les deux lignes n'ont pas absolument la même direction.

Sur la ligne de la station centrale à la porte de Flandre, nous avons, en raison de la diminution de la résistance du circuit, constaté l'effet de la force électromotrice due aux deux plaques de terre, qui est d'environ 1/10 de volt et qui a pour effet de déplacer les courbes par rapport à l'axe correspondant à l'absence de tout courant; mais ce déplacement ne gêne en rien l'observation : il suffit, en effet, d'orienter convenablement le miroir supporté par le fil de suspension pour que les traces laissées par la lumière se trouvent dans l'espace consacré à l'enregistrement.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 21 décembre 1883.

M. Blavier rend compte des expériences qu'il a faites à l'École supérieure de Télégraphie pour l'étude des courants telluriques au moyen d'un appareil enregistreur semblable à celui dont se sert M. Mascart pour l'enregistrement photographique des trois composantes du magnétisme terrestre.

Digitized by Google

Les appareils magnétiques sont remplacés par des galvanomètres apériodiques de MM. Marcel Deprez et d'Arsonval, formés d'un cadre mobile entre les deux pôles d'un fort aimant. Les oscillations de ce cadre sont à peu près nulles lorsqu'on réunit les bornes auxquelles aboutit le fil qui l'entoure par une dérivation (*shunt*) de faible résistance, égale, suivant les cas, à 1/10, 1/20, 1/40 de celle du fil du cadre. Un petit miroir est collé sur le fil de suspension et renvoie sur l'appareil enregistreur l'image d'une faible lumière, produite par une lampe au gazogène. Trois galvanomètres pareils, convenablement placés, servent à l'étude simultanée des courants telluriques sur trois lignes différentes. On prend chaque matin la constante des galvanomètres au moyen d'un élément Daniell et d'un circuit de 20 000 ohms de résistance.

Pour obtenir des résultats comparables, on a adopté pour la résistance totale des circuits le chiffre de 10 000 ohms, qu'on réalise en complétant la résistance des lignes par des rhéostats.

Les lignes qui ont été soumises jusqu'ici aux expériences sont celles de Paris à Nancy, Lyon, Lille et le Havre. Elles ont conduit aux résultats suivants :

Deux fils de Paris à Nancy, l'un souterrain passant par Reims, et l'autre aérien passant par Châlons, ont constamment fourni des courbes absolument identiques; les courants telluriques dépendent donc uniquement de la position des points extrêmes. Les courbes que donnent les courants de la ligne de Paris à Nancy sont les mêmes que celles de la ligne de Paris à Bar-le-Duc et de Paris à Châlons, et accusent seulement une différence dans l'intensité, qui est proportionnelle à la longueur de la ligne. Le résultat est encore le même lorsque l'on compare une longue ligne, de Paris à Châlons, et une ligne très courte de 8 kilomètres de longueur, du poste central de Paris au bastion de la porte de Flandre, à part quelques légers changements dans la forme des courbes, tenant à ce que les deux lignes n'ont pas exactement la même direction. Pour cette dernière expérience, il a fallu réduire à 1000 ohms la résistance totale.

Sur deux lignes qui ont leur direction contraire par rapport à Paris, telles que Paris-Lille et Paris-Lyon ou Dijon, on trouve toujours à chaque instant des courants dont la direction est contraire par rapport au point d'observation, et qui, par conséquent, ont le même sens sur les lignes : ces courants suivent les mêmes phases.

Pour les lignes orientées du nord au sud, les courants telluriques ont chaque matin, de 8 heures à midi, une direction constante et atteignent leur maximum vers 10 heures 30 minutes.

La grandeur de la force électromotrice atteint à certains moments,

Digitized by Google

sur une ligne de 350 kilomètres, une valeur de 2 à 3 volts, qui est considérablement dépassée pendant les orages magnétiques.

Quant à la véritable direction des courants terrestres, elle se détermine facilement à chaque instant en prenant sur deux lignes différentes deux points qui ont le même potentiel, en traçant par ces points une ligne droite, qui représente la courbe équipotentielle, et en menant une normale à cette ligne.

FAITS DIVERS

—

Toute la presse allemande s'occupe d'une convention que la ville de Berlin aurait conclue dans des conditions extrêmement avantageuses avec la Société allemande d'exploitation des brevets d'Edison, au sujet de l'éclairage d'une partie importante de la capitale. Comme pour l'exploitation du gaz, les clients prendraient à leur charge toutes les installations faites à leur domicile; la Compagnie n'ayant à fournir que le courant nécessaire qui serait produit dans une usine centrale, et les compteurs contre un prix de location. Cette dernière a l'autorisation d'utiliser les chaussées et trottoirs pour l'installation des conducteurs pendant une période de trente ans; par contre, la Ville prélèvera annuellement 10 pour 100 des recettes brutes de la Compagnie et le quart des revenus nets excédant un dividende de 6 pour 100. En outre 10 pour 100 des recettes brutes seront consacrés à un fonds de réserve jusqu'àconcurrence du cinquième du capital engagé; grâce à cette réserve, les installations pourront être renouvelées, avec l'autorisation de l'Autorité, qui aura sur toute l'exploitation le contrôle le plus étendu. En garantie de la stricte exécution des clauses de son contrat, la Compagnie a à déposer un cautionnement de 200 000 francs environ, qui pourra être augmenté dans de certaines éventualités. L'éclairage des lampes à incandescence de 16 bougies normales sera taxé à raison de 150 francs par an (4400 heures), et celui des lampes à arc de 800 bougies normales, mesurées sous une inclinaison de 30 degrés, à 5 francs l'heure pour un minimum de 2000 heures par an; la Ville aura droit à un rabais de 10 pour 100 sur les prix tarifés aux particuliers.

—

Les nouveaux cables. — La Grande Compagnie des Télégraphes du Nord a terminé, au mois de novembre dernier, la pose des câbles devant doubler, dans l'Asie orientale, ceux déjà au service.

Ces nouveaux câbles sont destinés, comme les anciens, à assurer la correspondance entre les villes suivantes : Vladivostok et Nagasaki, Nagasaki et Shang-Haï, via Gutzloff.

Digitized by Google

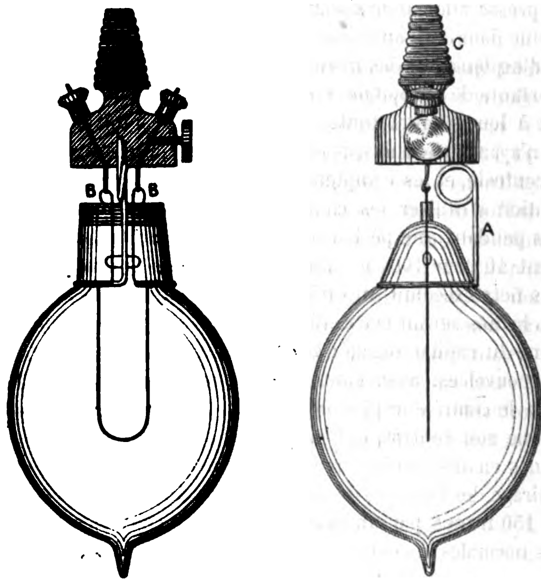
La longueur de ces câbles, fabriqués par la *Telegraph construction and maintenance Company* de Londres, est de 1230 milles.

La Compagnie anglaise *Eastern extension Telegraph* a déjà doublé les câbles reliant Shang-Haï et Hong-Kong.

Sous peu, on doit poser également un câble reliant le Japon à la presqu'île de Corée. La Grande Compagnie des Télégraphes du Nord travaille avec beaucoup d'activité en Chine, afin de donner autant d'extension que possible aux lignes télégraphiques de l'intérieur du pays.

—

Support de lampe a incandescence. — Parmi les nombreuses combinaisons imaginées pour fixer économiquement et rapidement les lampes à incandescence sur leur support, nous n'en connaissons pas de plus simple et de plus facile à établir que celui représenté ci-dessous, et que nous reproduisons d'après notre confrère de Londres, *The Engineer*. Il se compose d'un simple



fil de cuivre A, roulé de façon à venir présenter un anneau sur lequel s'applique le col de la lampe ; ce fil forme une boucle qui lui donne l'élasticité nécessaire ; les fils de platine de la lampe viennent se fixer aux crochets B B. Le tout est établi sur une monture en bois *c*, qui peut se placer sur un chandelier ordinaire ou se visser à la place d'un bec de gaz.

—

Les premiers télégraphes. — Nous croyons qu'il n'est pas sans intérêt de mettre sous les yeux de nos lecteurs deux extraits de vieux bouquins qui

Digitized by Google

prouvent que, depuis longtemps déjà, on avait songé à appliquer les propriétés mystérieuses de la pierre d'*Aymant* à un système de communication à distance.

TRAICTÉ
DES CHIFFRES,
OV SECRETES
MANIERES
D'ESCRIRE:
PAR
BLAISE DE VIGENERE,
BOVRBONNOIS.
A PARIS,
CHEZ ABEL L'ANGELIER,
au premier pillier de la grand'Salle
du palais.
M. D. LXXXVI.
AVEC PRIVILEGE DV ROY.

« Et de faict qui eust sceu comprendre les admirables abregemens de « l'Imprimerie; et les horribles executions de la pouldre a canon, consistant « de si peu d'ingrediens, et d'vn si legier artifice, si l'on ne les eust touchez « au doigt et à l'œil par experience? Et qui proposeroit à quelqu'vn de luy « faire lire à trauers vne muraille solide de trois pieds despoiz, ce qu'on « escriroit de l'autre costé, ne seroit-il pas reputé pour vn effronté affronteur? « Ce neanmoins celà est bien aisé à faire, par le moien de quelque grosse piece « d'Aymant, qui ait le pouuoir, comme i'en ay assez veu en plusieurs endroits, « d'esmouuoir et faire bransler l'esguille d'vn quadran, à ceste interposition « et distance; lequel soit assis sur vn tiers de cercle diuisé en vingt espaces, « chacun seruant pour vne lettre de nostre alphabet; car tout ainsi que « l'esguille branslera, et s'arrestera à l'vn des costez (et il en faut deux, et « du tout semblables, vn de chaque part, situez à l'opposite) l'autre fera tout « de mesme, et pourtant masquera lettre par lettre tout ce qu'on voudra « exprimer. »

RÉCRÉATIONS MATHÊMATIQUES D'HENRION ET MYDORGE 162?

Problème LXXIV. — *De l'aimant, et des éguilles qui en sont frottées.* . . . .
Quelques-uns ont voulu dire que par le moyen d'un aimant, ou autre pierre semblable, les personnes absentes se pourraient entre-parler; par exemple, Claude estant à Paris, et Jean à Rome, si l'un et l'autre avait une éguille frottée à quelque pierre, dont la vertu fust telle, qu'à mesure qu'une éguille se mouveroit à Paris, l'autre se remuoit tout de mesme à Rome. Il se pourroit faire que Claude et Jean eussent chacun un même alphabet, et qu'ils eussent convenu de se parler de loing tous les jours à six heures du soir, l'éguille ayant faict trois tours et demy, pour signal que c'est Claude, et non autre qui veut parler à Jean, alors Claude luy voulant dire que le Roy est à

Digitized by Google

Paris, il feroit mouvoir et arrester son éguille sur L. puis sur E. Puis sur R. O. Y. et ainsi des autres : or, en mesme temps l'éguille de Jean, s'accordant avec celle de Claude, iroit se remuant et s'arrestant sur les mesmes lettres, et partant il pourroit facilement escrire ou entendrece que l'autre luy veut signifier.

L'invention est belle, mais je n'estime pas qu'il se trouve au monde un aymant qui ait telle vertu : aussi n'est-il pas expédient, autrement les trahisons seroient trop fréquentes et trop couvertes.

—

Une fausse joie des gaziers. — On lit dans le *Gaz-Journal* de Vienne :

« Pour les électriciens, le principal avantage de l'éclairage électrique serait de n'offrir aucun danger sous le rapport de l'incendie, et cependant il n'y a pas eu d'exposition d'électricité jusqu'à ce jour, où l'alarme n'ait été donnée à plusieurs reprises, et chaque fois l'accident n'était pas causé par les machines ou chaudières, mais bien par les conducteurs eux-mêmes. Ces faits se sont produits à Paris, à Munich et récemment à Vienne.

« L'accident survenu hier dans un des salons du restaurant Witzman prouve abondamment que l'éclairage électrique n'est pas exempt de dangers sous ce rapport. Voici d'ailleurs ce qui se serait passé. Vers sept heures, les lampes à incandescence se seraient subitement éteintes dans le lustre suspendu à la charpente en bois de la toiture, et des étincelles jaillirent des poutres, qui ne tardèrent pas à prendre feu. Heureusement que les veilleurs, accourus à temps, ne tardèrent pas à éteindre l'incendie. D'après nos renseignements, la cause de cet accident serait due au contact des boulons d'assemblage de la charpente avec les fils conducteurs dont l'isolation était imparfaite. Le courant, au lieu de produire l'incandescence dans les lampes, aurait déterminé celle des ferrures susnommées, lesquelles auraient enflammé les poutres. »

Nous ne citons cet exemple que pour rappeler aux ingénieurs électriciens le mal qu'ils peuvent faire à l'avenir des applications de l'électricité, en négligeant de prendre les mesures de précaution les plus élémentaires, car les gaziers à l'affût ne manquent pas d'exploiter avec enthousiasme de pareilles aubaines.

L'organe du gaz autrichien en question s'est d'ailleurs frotté les mains trop tôt, car si nous nous en rapportons à nos confrères de Vienne, il aurait été très mal renseigné, vu qu'il n'y a eu que des fils conducteurs de brûlés. Nous retrouvons la même part d'exagération dans les allusions faites par cet organe aux accidents qui seraient survenus à l'Exposition de Paris, car nous n'avons entendu parler que de faits d'une insignifiance comparable à celle de l'incident du restaurant Witzmann, réduit à ses justes proportions.

Le propriétaire gérant,
G. MASSON.

9889. — Paris, Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus.

Digitized by Google

APPAREILS ÉLECTRIQUES

PERMETTANT DE TRANSMETTRE ET DE RECEVOIR UN GRAND NOMBRE DE SIGNAUX A L'AIDE D'UN NOMBRE RESTREINT DE CONDUCTEURS

PAR MM. J. POLLARD ET J. BARBÉ

—

(2e article[1])

—

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES DIVERS ORGANES

1° *Boutons d'alarme.* — Leur rôle est de mettre à la terre, non simultanément, mais en général dans un ordre déterminé, une ou plusieurs des diverses lignes faisant partie d'un conducteur multiple secondaire. On peut leur donner un grand nombre de formes, nous nous bornerons à décrire les trois dispositifs suivants, les seuls qui aient été réalisés.

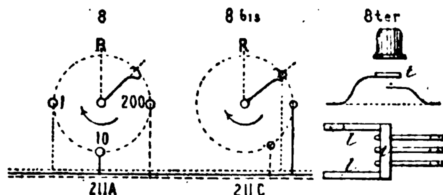


Fig. 8, 8 *bis*, 8 *ter*. Boutons d'alarme.

La figure 8 indique l'agencement d'un bouton d'alarme à *manette*. Un axe porte un frotteur métallique et élastique *f* qui vient successivement en contact avec trois bornes reliées d'une manière convenable avec les trois lignes. Les communications électriques sont assurées par le frottement et la pression qui s'exercent entre le frotteur et les bornes. Pour transmettre un signal d'alarme, il faut effectuer avec la manette un tour complet. Le sens de la rotation ayant une grande importance lorsque l'on distingue l'ordre dans lequel doivent se faire les

[1] Voir l'*Électricien* du 15 janvier 1884, page 49.

Digitized by Google

signaux, l'axe de la manette est muni d'un linguet à ressort ne permettant que le mouvement dans un sens.

La figure 8 *bis* se rapporte à un bouton d'alarme à *levier* : il ne diffère du précédent que par la position des bornes ; la production du signal n'exige qu'un demi-tour de l'arbre ; au repos la branche du levier est dirigée vers le haut, la manœuvre consiste à la rabattre vers le bas.

La figure 8 *ter* correspond au bouton d'alarme *à pousser*, d'une construction plus simple que les précédents, suffisant lorsque l'on ne s'occupe pas de l'ordre des signaux. Une traverse métallique *t* portée par deux lames *ll* élastiques est en communication avec la terre et reçoit en temps opportun la poussée d'un bouton actionné de l'extérieur : cette traverse vient alors en contact avec 3 lames flexibles communiquant avec les trois lignes.

Il est facile de disposer ces lames pour éviter que les contacts ne s'établissent que simultanément. (Il est à remarquer que le signal étant acquis par le récepteur au bout d'un temps très court et la ligne coupée aussitôt, il n'y a aucun inconvénient à ce que, dans le bouton d'alarme, la mise à la terre d'une ligne se prolonge pendant les contacts suivants des autres lignes).

2° *Manipulateurs universels.* — On en construit de deux sortes : les plus simples à *boutons* ou *touches* exigent de la part de l'opérateur une certaine attention ; car un signal une fois transmis est acquis dans tous les récepteurs et on n'a plus d'action sur la ligne. Les erreurs de manipulation sont irrémédiables.

Dans ce genre d'appareils, les lignes aboutissent (fig. 9) à des lames flexibles doubles dont les extrémités sont à une petite distance de deux traverses fixes en relation avec les pôles + et — des piles de ligne qui accompagnent le manipulateur universel. Six boutons manœuvrables de l'extérieur et portant les indications nécessaires permettent à l'opérateur de mettre chacune des lignes en communication avec le pôle convenable. Pour éviter tout tâtonnement dans la manipulation, on a disposé trois autres boutons correspondant aux zéros, mais n'effectuant en réalité aucun contact électrique. L'ordre des contacts

Digitized by Google

est entièrement à la disposition de l'opérateur qui ne doit manipuler qu'avec circonspection pour éviter les faux signaux.

Il est préférable, au point de vue de la facilité de la manipu-

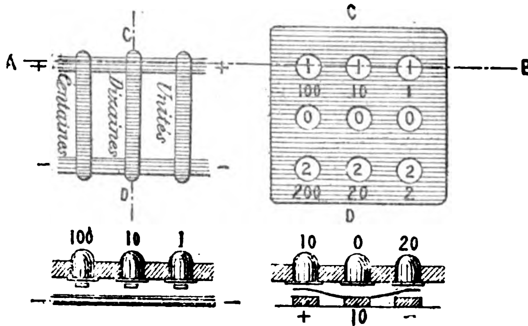


Fig. 9. Manipulateur universel.

lation et de l'exactitude des signaux, d'employer les ***manipulateurs universels*** à ***combinateurs*** qui permettent de composer préalablement le signal à expédier et, lorsqu'il n'y a plus de doute sur son exactitude, de l'expédier automatiquement en tournant une manette.

Le manipulateur proprement dit ressemble beaucoup au premier type des boutons d'alarme (bouton à manette); en effectuant

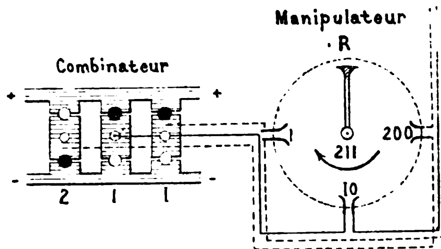


Fig. 10.

un tour de l'arbre *o* (fig. 10) à l'aide d'une manivelle, et cela dans un sens bien déterminé, imposé d'ailleurs par un linguet de sûreté, on met successivement les extrémités des trois lignes du conducteur secondaire en communication avec trois portions de *lignes locales* qui sont reliées au combinateur. Dans cet organe, auquel aboutissent directement les deux fils de pile, on

Digitized by Google

a opéré préalablement, en toute sécurité, la combinaison répondant au signal projeté. La transmission réelle sur le réseau général présente donc toute garantie.

Le combinateur était primitivement à chevilles, analogue aux commutateurs bavarois des postes télégraphiques; les lignes locales aboutissaient respectivement (fig. 10) à des blocs de laiton logés entre deux bandes parallèles et reliées aux pôles + et —.

Pour rendre l'opération plus sûre et pour permettre à l'opérateur de juger d'un seul coup d'œil si la composition préalable du signal était exacte, on avait disposé au-dessus des blocs de laiton une plaque percée d'ouvertures en regard des trous destinés à recevoir les chevilles. De plus des disques convenablement échancrés ne permettaient la mise en place des chevilles que dans les trous répondant aux signaux peints sur les disques et apparaissant à travers des fenêtres ménagées dans la plaque fixe.

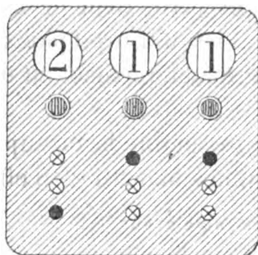


Fig. 11.

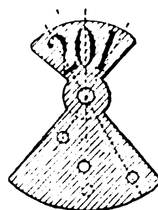


Fig. 11 *bis*.

La figure 11 représente cette forme de combinateur; à la partie supérieure sont trois fenêtres circulaires présentant les trois chiffres formant le signal; au-dessous trois boutons moletés qui servent à manœuvrer les disques et à composer le nombre voulu : au-dessous trois rangées de trois trous chacune servant à introduire les chevilles dans le commutateur; les seules ouvertures laissées libres correspondent au signal indiqué au haut de l'appareil. On remarquera que, pour rendre l'opération plus régulière, on a réservé une rangée aux zéros comme aux chiffres significatifs bien qu'ils ne donnent lieu à aucun courant; les trous ne servent alors qu'à tenir les chevilles et à leur donner une position de repos. (La fig. 11 *bis* représente un disque séparé

Digitized by Google

de l'appareil.) Le modèle fonctionne d'une manière parfaite, les contacts sont excellents et il ne peut y avoir d'erreur puisque l'opérateur, avant de tourner la manette, a sous les yeux le nombre qu'il va expédier et peut s'assurer s'il répond bien au signal qu'il doit transmettre. Néanmoins comme il exige la manœuvre des boutons et celle des chevilles, on lui préfère le type suivant qui est d'un maniement plus rapide tout en présentant les mêmes garanties.

Le signal apparaît également à une rangée de fenêtres disposée à la partie supérieure de l'appareil; des boutons moletés permettent de composer les nombres comme ci-dessus, mais leur manœuvre effectue en même temps les communications qu'opéraient les chevilles; pour cela l'axe des boutons porte une fourchette entraînant d'un côté ou de l'autre des lames flexibles et

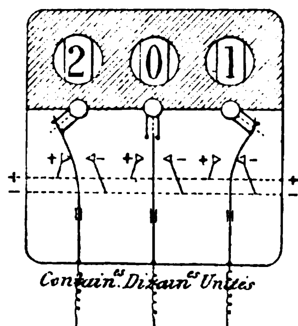


Fig. 12.

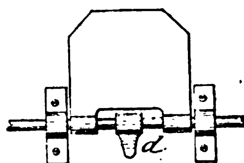


Fig. 12 *bis*.

établissant ainsi les contacts. Des crochets précisent les trois positions que peut occuper chaque bouton et des butoirs limitent à droite et à gauche leurs excursions. Dans ces conditions, la composition préalable d'un signal est aisée et rapide; l'expédition n'exige ensuite qu'un tour de manivelle. La figure 12 représente les dispositions intérieures de ce combinateur.

Ces deux types de manipulateurs universels avec combinateurs reçoivent quelques dispositifs supplémentaires lorsque l'on distingue l'ordre des signaux pour en multiplier le nombre. Nous réservons leur description pour plus tard afin de simplifier l'exposition présente en la bornant aux appareils les plus simples.

Digitized by Google

3° *Récepteurs.* — Nous avons indiqué, au début de cette étude, les principales dispositions des récepteurs; il suffit d'en grouper un certain nombre, trois par exemple, sur une même platine pour constituer un appareil de réception susceptible d'accuser 27 signaux distincts. D'après la disposition des chiffres tracés sur les volets et sur la platine, le nombre à lire est toujours inscrit sur une même bande horizontale, à la hauteur de la position de repos du volet inférieur. Au point de vue de la netteté et de la facilité de lecture il est bon de peindre les chiffres en blanc et le reste de l'appareil, platines, volets, etc., en noir. Les commutateurs, contacts et circuits sont tous derrière la platine, à l'intérieur de l'appareil, à l'abri de la poussière et hors de la portée.

Mise en repos. — Pour faciliter la mise au repos de l'ensemble des récepteurs, on a monté les volets d'une même rangée sur un arbre commun, muni (figure 12, *bis*) de doigts *d*, de telle sorte qu'il suffit de tourner cet arbre de 180 degrés environ pour ramener en contact avec les noyaux aimantés les volets de cette rangée qui ont été abandonnés. Les deux arbres se manœuvrent d'ailleurs simultanément par un jeu de roues dentées engrenant l'une avec l'autre; il suffit de tourner un bouton moleté qui sort latéralement de l'appareil. Un ressort à boudin ou en spirale ramène naturellement les arbres et par suite les doigts releveurs à leur position inférieure pour ne pas gêner la chute ultérieure des volets à l'arrivée du signal suivant.

Le jeu des godilles à l'aide des volets sont suffisamment indiqués par les figures 2, 3 et 3 *bis*; nous allons faire usage de simples schémas pour décrire les communications intérieures des récepteurs.

Communications. — Tout d'abord, les récepteurs doivent, comme nous l'avons vu, couper les lignes aussitôt les signaux partiels reçus et fermer le circuit local de la sonnerie d'alarme du poste. Ces diverses opérations sont aisément réalisées à l'aide des godilles supérieures et inférieures placées d'un même côté de chaque électro-aimant; pour fixer les idées, nous adopterons la rangée de gauche dans les diagrammes de communications;

Digitized by Google

de plus les butoirs de repos seront teintés en noir et les butoirs de travail, c'est-à-dire ceux sur lesquels viennent presser les godilles après la chute du volet seront teintés en blanc.

La figure 13 indique les communications destinées à réaliser ces opérations : elle se rapporte au cas où le récepteur triple vient de recevoir le signal 102. Au repos (récepteur des dizaines) la ligne entrante après avoir traversé les bobines de l'électro-aimant se rend à la terre (flèche) à travers les godilles et leurs butoirs de repos. Les butoirs de travail sont reliés entre eux et au circuit local L comprenant la sonnerie S et la pile locale *p*.

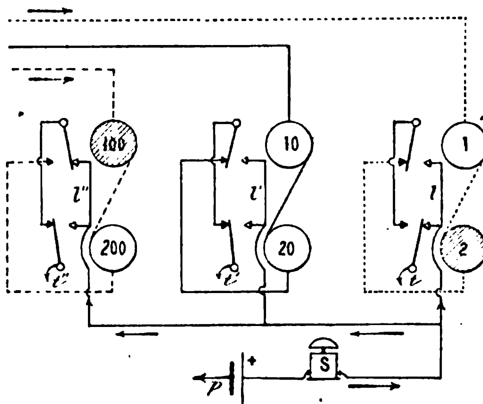


Fig. 13.

Quel que soit le volet qui tombe, le passage d'une godille du butoir de repos à celui de travail suffit pour couper la ligne qui vient d'être actionnée et pour mettre à la terre le circuit local L. La sonnerie d'alarme fonctionne aussitôt et d'une manière permanente.

La translation est effectuée à l'aide des godilles de droite (fig. 14) de la manière suivante : les godilles supérieures sont toutes en communication avec le pôle de la pile positive de translation P; les godilles inférieures communiquent, au contraire, avec le pôle de la pile négative P. Les butoirs de repos sont inutiles et peuvent être supprimés; les butoirs de travail d'un même récepteur sont conjugués et reliés à la *ligne sortante* correspondante. De cette façon chaque récepteur fonctionne comme un

Digitized by Google

transmetteur et expédie sur la ligne sortante un signal identique à celui qu'il a reçu et qu'il accuse par la chute d'un volet.

Les appareils tels qu'ils viennent d'être décrits, installés dans une série de postes de secours, disposés à la suite les uns des autres sur le circuit principal, présenteraient un inconvénient grave, relatif à la remise au repos des appareils. En effet, si l'on ne procédait pas méthodiquement, dans l'ordre même de la propagation des signaux, on ne pourrait parvenir à remettre en place les volets puisque chaque récepteur déclanché agit comme un transmetteur permanent.

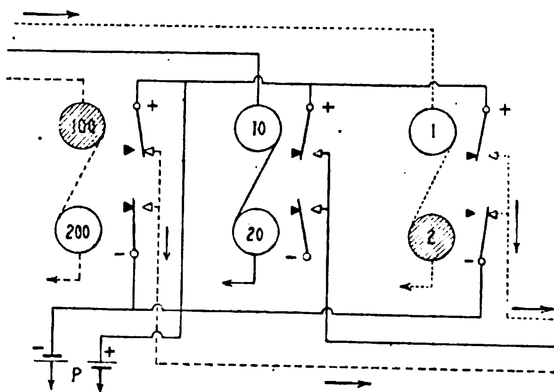


Fig. 14.

On a dû compléter les appareils pour permettre que cette opération s'effectue convenablement et obtenir, comme on va le voir, un moyen de contrôle précieux.

A la réception d'un signal, le personnel, prévenu par le tintement de la sonnerie, vient en prendre connaissance et n'opère d'abord que le rabattement d'un levier ou manette dont est muni le socle du récepteur. La sonnerie cesse alors de fonctionner si les récepteurs du poste précédent sont encore déclanchés; elle ne tinte de nouveau que lorsque ce poste remet son appareil au repos; on est ainsi informé que l'on peut effectuer la même opération.

Un des postes de secours a été choisi à l'avance et porte la désignation de *poste principal;* le levier de sonnerie de son appareil est plus complexe et paralyse les piles de translation,

Digitized by Google

de telle sorte que le poste suivant est averti qu'il peut remettre au repos et cette opération s'exécute méthodiquement, de proche en proche, jusqu'au *poste principal* lui-même qui réenclanche le dernier son appareil et a ainsi la *certitude* absolue que le signal a été *visé* par le personnel *de tous les postes*.

En le munissant d'un manipulateur universel, on lui donne la faculté d'expédier à tout moment, inopinément, des signaux d'exercice, convenus à l'avance et lui permettant d'abord de vérifier le bon fonctionnement des appareils, puisque les nombres transmis par lui doivent être exactement reproduits par son propre récepteur après avoir franchi tous les autres postes sans exception et y avoir été successivement reçus et réexpédiés automatiquement. D'autre part la mise au repos de son appareil prouve que pareille opération a été partout effectuée, et que, conséquemment, le personnel de tous les postes a fait son devoir et par suite a pris connaissance d'un signal que l'on sait avoir été transmis exactement. Il y a intérêt à choisir pour ce service les signaux 222 et 111 qui sont aisément reconnaissables, et dont la transmission successive met en action et, par suite, contrôle tous les organes des divers appareils[1].

La figure 15 représente les communications relatives aux relais auxiliaires et aux leviers de sonnerie. Trois électro-aimants r, r', r'' peuvent être mis en relation avec les lignes entrantes et se substituer aux électro-aimants récepteurs : ils sont munis d'armatures (a, a', a'') appuyant au repos, par l'effet d'un ressort antagoniste sur des butoirs (α, α', α'').

Le levier de sonnerie actionne quatre commutateurs ou godilles G, g, g', g'', susceptibles de toucher des butoirs de repos μ, t, t'. t'' ou des butoirs de travail λ, p, p', p''.

Les butoirs t, t', t'' sont reliés aux godilles inférieures de gauche des commutateurs actionnés directement par les volets (fig. 13). Les godilles g, g', g'' sont à la terre; le butoir μ communique avec les paires de butoirs intérieurs de gauche (fig. 13) marqués l, l', l'' et qui sont mis en communication avec la terre à la chute des volets ; les autres communications sont faciles à suivre.

[1] La ligne des centaines doit se bifurquer entre la bobine 100 et le relais r''.

Digitized by Google

Au repos les godilles sont dans les positions indiquées sur la figure et ne modifient pas la situation signalée plus haut et correspondant à la figure 13. L'arrivée du signal, la chute d'un certain nombre de volets provoquent la coupure des lignes actionnées et la fermeture du circuit local. On doit alors renverser le levier de sonnerie, les godilles changent de butoir, les relais auxiliaires sont substitués aux électro-aimants et ceux qui correspondent aux lignes actionnées sont soumis au passage de courants et cela tant que les récepteurs du poste précédent ne seront pas réenclanchés, puisque les lignes y resteront en contact avec les pôles des piles de translation.

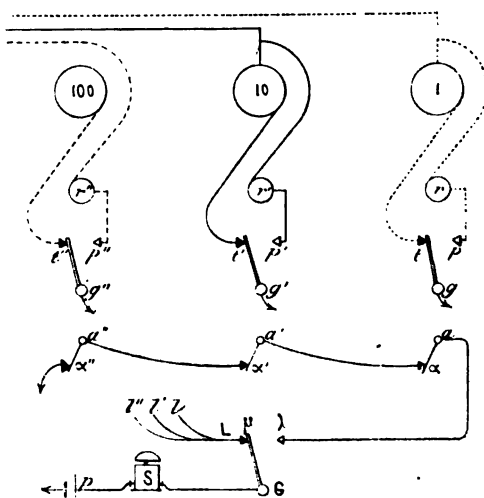


Fig. 15.

Les armatures de ces relais, cédant à l'attraction, abandonnent leurs butoirs et rompent le circuit local qui traverse maintenant les butoirs et armatures depuis que la godille G appuie sur le butoir μ. Dans ces conditions, la sonnerie ne peut fonctionner; mais lorsque les courants venant de l'autre poste cesseront par suite de la mise au repos, les contacts α, α', a″ se fermeront de nouveau, le circuit local sera complet et la sonnerie recommencera à tinter, avertissant ainsi le personnel qu'il peut effectuer à son tour la mise au repos de ses appareils. Le fonctionnement de la sonnerie ne cessera que lorsque l'ensemble des organes,

Digitized by Google

récepteurs et levier de sonnerie, auront repris leur position du repos; il ne pourra donc y avoir ni oubli ni erreur de ce côté.

(*A suivre*) J. Pollard.

SUR LES

VARIATIONS DE LA FORCE ÉLECTROMOTRICE DANS LES ACCUMULATEURS

M. Gaston Planté a, le premier, remarqué les variations de la f. e. m. dans les accumulateurs. Etudiant la décharge de sa pile secondaire à lames de plomb, il constate et explique ces variations :

« Nous faisons abstraction ici (dans le tracé de la courbe des intensités du courant secondaire) de l'effet produit pendant les premiers instants de la décharge qui suivent la rupture du courant primaire. Aussitôt après cette rupture, il y a toujours un effet maximum dû à la double origne de la force électromotrice secondaire produite. Cette force, ainsi que cela résulte de l'étude des voltamètres, est due aux actions chimiques exercées par le courant primaire à la fois sur les électrodes et sur le liquide qui les entoure.

« Les produits résultant de cette dernière action, tels que l'eau oxygénée, formés en très petite quantité, très instables et peu adhérents aux électrodes, sont immédiatement réduits ou se mélangent au reste du liquide. Alors même qu'on laisse le circuit secondaire ouvert, leur action disparaît, comme nous le verrons plus loin, en traitant de la force électromotrice des couples secondaires.

« Les produits résultant, au contraire, de l'action du courant primaire sur les électrodes, sont formés en certaine quantité, restent adhérents aux électrodes et ne changent de nature que lorsqu'on ferme le circuit secondaire.

« De là deux actions contribuant à la production du courant secondaire dans les couples dont il s'agit : l'une n'agissant que pendant les premières secondes qui suivent la rupture du courant primaire, l'autre pouvant se prolonger pendant une heure.

« C'est ce dernier effet, ce courant persistant des couples secondaires, qui présente la constance que nous avons signalée plus haut[1]. »

[1] *Recherches sur l'Électricité*, par Gaston Planté. Paris, fév. 1879. Pages 67 et 68.

Digitized by Google

Un peu plus loin, le savant physicien rend compte des mesures faites par lui sur la force électromotrice de sa pile secondaire :

« Dans une expérience entre autres, faite sur 40 éléments secondaires chargés tous simultanément par trois couples de Bunsen, et réunis en tension au moment de la décharge, nous avons obtenu une attraction de la balance électro-magnétique égale à 9gr,450, ce qui correspond à 0gr,236 par couple secondaire. La force électromotrice d'un élément de Bunsen, mesurée à l'aide de la même balance, a été trouvée égale à 0gr,164.

« Si l'on prend cette forme électromotrice pour unité, on en déduit pour celle de l'élément secondaire à lames de plomb, le nombre 1,44.

« En opérant sur un seul couple secondaire bien formé, on a nécessairement une charge plus parfaite, même avec deux éléments de Bunsen, comme source primaire, au lieu de trois, comme dans l'expérience précédente, et la plupart des nombres que nous avons obtenus se sont trouvés alors compris entre 1,45 et 1,50.

« On peut donc considérer la force électromotrice inverse des couples secondaires à lames de plomb, observée aussitôt après la rupture du courant primaire, comme approximativement égale à une fois et demie celle de l'élément de Bunsen, ou à deux fois et demie environ celle de l'élément de Daniell.

« C'est, du reste, le résultat que nous avions trouvé avec un simple voltamètre.

« Si l'on mesure cette force électromotrice deux ou trois minutes après la rupture du courant primaire, alors même que le circuit secondaire est resté ouvert, on la trouve notablement diminuée et réduite à 1,17, par suite de la disparition des causes qui produisent une polarisation de courte durée et que nous avons rappelées ci-dessus.

« Mais la force électromotrice se maintient, à ce degré, très constante pendant presque toute la durée de la décharge[1] ».

De ces citations il ressort clairement :

Que la f. e. m. d'un accumulateur Planté est plus grande aussitôt après la charge (et *a fortiori* pendant la charge même), qu'après un certain temps écoulé depuis l'interruption du courant primaire;

de la réimpression dudit ouvrage. Paris, 1883, aux bureaux de la revue la *Lumière électrique*.

[1] *Ibid.*, p. 74 et 75.

Digitized by Google

Et que l'intensité du courant de charge influe sur la valeur de cette surélévation fugitive de la force électromotrice.

Ces variations ont sans doute plus d'une cause ; celle signalée par M. Gaston Planté est certainement la plus importante ; mais on en peut entrevoir d'autres, d'ordre physique. Quel que soit le mécanisme intime de ces actions, elles ont pour conséquence pratique d'abaisser le *rendement* des accumulateurs; car la somme d'énergie dépensée pour charger la pile secondaire est proportionnelle à la grandeur de la f. e. m. qu'elle possède pendant la charge, — tandis que la quantité d'énergie récupérée est proportionnelle à la grandeur de la f. e. m. pendant la décharge.

Le rapport entre cette dernière valeur de la f. e. m. et la première est un coefficient supplémentaire de perte, que j'appellerai *coefficient de baisse*. On devra en tenir compte dans la pratique industrielle.

Il est donc utile de rechercher les valeurs absolues et relatives de la f. e. m. des accumulateurs, système Planté et autres. Ces mesures, et l'étude de leurs conséquences pratiques, font l'objet du présent travail.

I

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Pour la mesure des forces électromotrices, j'ai employé la méthode dite de l'*égale déviation*. Le dispositif expérimental comporte un étalon de force électromotrice, une boussole galvanométrique, un rhéostat et une série de couples primaires constants du genre Daniell.

L'étalon est mon couple zinc amalgamé, cuivre, solution de sel marin, récemment décrit dans ce Recueil[1]; sa f. e. m. est 0,82 volt.

Le galvanomètre est une boussole horizontale de grandes dimensions orientée sans aimant directeur; son cadre est enroulé d'un fil de maillechort long et assez gros, dont la résistance est de 500 ohms. Les deux extrémités de ce fil sont respectivement reliées aux deux pôles du couple en expérience, la première directement, la seconde indirectement, par le rhéostat.

[1] Voy. l'*Électricien* du 15 décembre 1883.

Digitized by Google

Cet instrument comprend des bobines en fil de maillechort de 10, 100 et 1000 ohms, permettant d'ajouter à la résistance du cadre galvanométrique une résistance variant de 0 à 2500 ohms, par fractions de 10 ohms.

On commence par noter la déviation que donne le couple-étalon fermé sur le fil galvanométrique, avec une résistance additionnelle de 320 ohms; la résistance totale étant 820 ohms (la résistance de l'étalon est négligeable), l'intensité du courant $\frac{0,82}{820} = 1$ milliampère. La déviation observée, l'étalon peut être écarté; il interviendra à nouveau quand on voudra s'assurer que la constante magnétique et l'orientation de la boussole n'ont pas varié.

On met alors l'accumulateur à mesurer dans le circuit du galvanomètre et du rhéostat, en réglant celui-ci de manière à ramener l'index de la boussole à la déviation précédemment enregistrée. L'intensité du courant étant alors un milliampère, la f. e. m. cherchée est exprimée en millivolts par le nombre d'ohms compris dans la résistance totale.

On suppose que l'ensemble des actions magnétiques (quelconques) agissant sur la boussole, ne varie pas entre deux observations; cette hypothèse, que des précautions vulgaires rendent légitime, est la seule que comporte la méthode de l'*égale déviation*. Il n'est pas indispensable, pour obtenir des mesures vraies, que les résistances de la boussole et du rhéostat soient exactes absolument : il suffit que leurs rapports soient justes. C'est dire que les variations accidentelles de la température du laboratoire sont sans importance, car elles modifient fort peu, et dans la même proportion, toutes les résistances mises en jeu.

Dans l'espèce, les résistances propres des accumulateurs expérimentés sont négligeables. L'émission d'un courant de 1 milliampère dans le circuit galvanométrique est sans influence appréciable sur la valeur de la f. e. m. pendant la charge, — et pour l'évaluation de la f. e. m. pendant la décharge, elle nous place dans des conditions qu'on peut considérer comme celles d'un régime de vidage très petit.

La pile de décharge, qui complète l'ensemble, se compose de petits couples daniell dont les constantes sont 1,02 volt et 5

Digitized by Google

ohms. Au moment voulu, on oppose à l'accumulateur en expérience, 2, 3 ou 4 daniells. A cause de la grande résistance relative de la pile de charge, la différence de potentiel entre les deux points de jonction diffère très peu de la f. e. m. propre de l'accumulateur, et peut être confondue avec elle.

Des dispositions ont été prises pour rendre commode et économique l'installation de l'ensemble; mais la description de cet agencement, intéressante peut-être, serait ici un hors-d'œuvre.

II

FORCES ÉLECTROMOTRICES DES ACCUMULATEURS GENRE PLANTÉ

La pile secondaire mise en expérience est d'un modèle déjà décrit dans l'*Électricien*[1]. Les données de l'appareil sont :

[1] Numéro du

Surface de l'électrode positive.	60 d. q.
— des électrodes négatives.	120 d. q.
Poids de l'électrode positive.	2,800 k.
— des électrodes négatives	5,600 k.
— du liquide.	1,300 k.
Résistance moyenne, environ	0,04 ohm.

La capacité d'accumulation de ce modèle varie avec son degré de *formation;* elle peut dépasser 130 000 coulombs. Le spécimen expérimenté n'était pas formé profondément ; sa capacité n'était que de 40 000 coulombs.

On l'a d'abord chargé *à refus* pendant vingt-quatre heures par une pile dont les constantes étaient 8 volts et 3 ohms ; l'intensité du courant de charge était environ 2 ampères.

Cinq minutes après l'interruption de la charge, la f. e. m. de l'accumulateur était 2,08 volts.

Une minute de fermeture en court circuit l'a fait tomber à 1,84 volt ; aussitôt après l'ouverture du court circuit, la f. e. m. remonte pendant deux minutes : elle atteint 1,85 volt, et s'y maintient pendant vingt-quatre heures.

Cette valeur de 1,85 volt peut être considérée comme celle de la f. e. m. *effective* d'un accumulateur genre Planté, quand l'intensité du courant de décharge est fort petite.

Pour mesurer la f. e. m. *pendant la charge,* on oppose à l'accumulateur les daniells résistants préparés dans ce but : on

[1] Voir le numéro du 1er décembre 1883.

Digitized by Google

voit alors la f. e. m. s'élever pendant quelques minutes, puis s'arrêter à une valeur à peu près fixe. On a trouvé :

Avec 3 daniells :

F. e. m. de la pile de charge.	3,06 volts.
Résistance.	15 ohms.
Intensité du courant de charge.	0,07 ampère.
F. e m. de l'accumulateur.	1,95 volt.

Avec 4 daniells :

F. e. m. de la pile de charge.	4,08 volts.
Résistance.	20 ohms.
Intensité du courant de charge.	C,08 ampère.
F. e. m. de l'accumulateur.	2,51 volts.

L'intensité du courant de charge était à peu près la même dans les deux cas; néanmoins, la surélévation de la f. e. m. a été beaucoup plus grande avec 4 daniells qu'avec 3. On se rappelle que M. Gaston Planté, cité plus haut, a trouvé par contre la surélévation la plus grande avec la source de moindre f. e. m., mais avec un régime de charge plus intense. Ces résultats différents ne sont pas contradictoires.

Dans tous les cas, les f. e. m. surélevées retombent spontanément à 1,85 volt quand on interrompt la charge.

III

FORCES ÉLECTROMOTRICES DES ACCUMULATEURS AU CUIVRE ET AU ZINC

Les piles secondaires *au cuivre et au zinc* ne diffèrent entre elles que par la composition de leur liquide. Celles qu'on a mises en expérience ont une grande analogie de construction avec l'accumulateur genre Planté étudié précédemment. L'électrode positive est la même; les électrodes négatives latérales sont des feuilles de plomb lisses cuivrées ou zinguées par l'électrolyse de la dissolution acidulée de sulfate de cuivre ou de zinc contenue dans le récipient. Voici les données de ces accumulateurs :

Surface de l'électrode positive	60 d. q.
— des électrodes négatives	5 d. q.
Poids de l'électrode positive	2,800 k.
— des électrodes négatives.	0,630 k.
— du liquide	1,700 k.
Résistance moyenne, environ.	0,04 ohm.

La capacité d'accumulation de ces accumulateurs n'était que

Digitized by Google

de 45 000 coulombs, soit environ le tiers de la grandeur qu'elle peut atteindre par une formation prolongée.

Les expériences, conduites de la même manière que les précédentes, ont donné les résultats suivants :

ACCUMULATEUR AU CUIVRE

Avec 2 daniells :

F. e. m. de la pile de charge	2,04 volts.
Résistance	10 ohms.
Intensité du courant de charge	0,06 ampère
F. e. m. de l'accumulateur	1,43 volt.

Avec 3 daniells :

F. e. m. de la pile de charge	3,06 volts.
Résistance	15 ohms.
Intensité du courant de charge	0,1 ampère.
F. e. m. de l'accumulateur	1,47 volt.

Avec 4 daniells :

F. e. m. de la pile de charge	4,08 volts.
Résistance	20 ohms.
Intensité du courant de charge	0,13 ampère.
F. e. m. de l'accumulateur	1,5 volt.

Quand on force le régime de charge, la f. e. m. peut s'élever jusqu'à 1,7 volt. Cette circonstance m'avait antérieurement induit en erreur sur la puissance de l'accumulateur au cuivre.

Après cessation de la charge, la f. e. m. descend jusqu'à 1,26 volt, et même un peu au-dessous. La chute de potentiel utilisable dans une décharge très lente serait 1,25 volt.

ACCUMULATEUR AU ZINC AMALGAMÉ

Avec 3 daniells :

F. e. m. de la pile de charge	3,06 volts.
Résistance	15 ohms.
Régime de la charge	0,04 ampère.
F. e. m. de l'accumulateur	2,4 volts.

Avec 4 daniells :

F. e. m. de la pile de charge	4,08 volts.
Résistance	20 ohms.
Intensité du courant de charge	0,08 ampère.
F. e. m. de l'accumulateur	2,425

Après interruption de la charge, la f. e. m. descend à 2,365 volts et conserve cette valeur pendant vingt-quatre heures.

La chute de potentiel utilisable dans une décharge très lente serait donc 2,36 volts environ. L'accumulateur au zinc *amalgamé* est celui qui a la moindre surélévation de force électromotrice.

Digitized by Google

IV

CONCLUSIONS

Mes expériences confirment, précisent et étendent les observations déjà anciennes de M. Gaston Planté, sur les variations de la f. e. m. dans les accumulateurs. Les conclusions de ce travail peuvent être formulées ainsi :

1° Dans les trois systèmes d'accumulateurs étudiés, la f. e. m. secondaire est notablement plus grande durant la charge que pendant la décharge. Le rapport de la plus petite de ces valeurs à la plus grande pourrait être appelé *coefficient de baisse;* c'est un facteur de perte qui affecte notablement le *rendement* des accumulateurs.

2° La surélévation fugitive de la f. e. m. de l'accumulateur augmente :

a avec l'intensité du courant de charge (G. Planté);

b avec la f. e. m. de la source.

3° Dans les *accumulateurs Planté*, la f. e. m. est au moins 1,95 volt pendant la charge, et au plus 1,85 volt pendant la décharge[1]. Le *coefficient de baisse* est donc 0,95 dans les conditions les plus favorables.

4° Dans les *accumulateurs au cuivre*, la f. e. m. est au moins 1,43 volt pendant la charge, et au plus 1,25 volt pendant la décharge. Le *coefficient de baisse* serait donc 0,87 dans les conditions les plus favorables. L'accumulateur au cuivre est celui qui perd le plus.

5° Dans l'*accumulateur au zinc amalgamé*, la f. e. m. est au moins 2,4 volts pendant la charge, et au plus 2,36 volts pendant la décharge. Le *coefficient de baisse* est donc 0,983 dans les conditions les plus favorables. L'accumulateur au zinc amalgamé est celui qui perd le moins.

6° Dans la pratique, les pertes à subir par les variations de la f. e. m. seront presque toujours supérieures à celles qui viennent d'être indiquées, parce qu'on emploie généralement des régimes de charge et de décharge plus rapides que ceux correspondant aux expériences dont les résultats sont résumés ici. ÉMILE REYNIER.

[1] Ces chiffres sont applicables à tous les systèmes d'accumulateurs dérivant du Planté, tels que ceux de M. Faure, de M. de Kabath, de M. Tommasi, de MM. Arnould et Tamine, etc.

Digitized by Google

MACHINES A GROS FIL ET MACHINES A FIL FIN

L'article publié par M. Hillairet dans l'*Électricien* du 1er janvier 1883 sur les machines à gros fil et les machines à fil fin a donné lieu à une intéressante discussion que nous terminerons aujourd'hui en reproduisant une réponse de M. Arnoux et une seconde Note de M. Hillairet rectifiant lui-même son erreur d'interprétation. E. H.

RÉPONSE A UNE NOTE DE M. A. HILLAIRET

Le numéro de *l'Électricien* du 1er janvier 1884 contient un article de M. Hillairet sur les « Machines à gros fil et les machines à fil fin ». Les conclusions inadmissibles de l'auteur sur ce sujet, étant de nature à induire en erreur les personnes peu familiarisées avec la question, je vais les réfuter ici en quelques mots.

M. Hillairet rappelle d'abord que si on compare deux équipages électro-magnétiques identiques, sauf en ce qui concerne la longueur L du fil employé et l'intensité I du courant qui le parcourt, pour une même force électro-magnétique F développée, on a constamment :

$$F = IL,$$

en négligeant une certaine fonction qui ne dépend que de la forme et des dispositions du système et qui peut être supposée la même pour la démonstration. Puis il fait remarquer que le rapport

$$\frac{dI}{dF} = \frac{1}{L}$$

est d'autant plus petit que la longueur L est plus grande, et il cite à l'appui de cette remarque deux graphiques obtenus par lui sur deux machines Gramme du même type, mais roulées de fils différents. Ceci est exact et évident de tout point, et si je l'ai cité c'est uniquement pour poser nettement la question. Mais ce que je ne puis m'expliquer, ce sont les conclusions suivantes de l'auteur. Je cite ses propres paroles :

Digitized by Google

« Au point de vue pratique, ces résultats sont à considérer.
« On peut en *conclure* que comme réceptrices, à égalité de
« champ magnétique, les machines à gros fil sont plus difficiles
« à conduire que les machines à fil fin.

« En effet, dans les premières, un accroissement imprévu du
« moment résistant pourra faire monter rapidement la valeur
« de l'intensité jusqu'à la rendre dangereuse pour les organes
« électriques par la chaleur accidentellement développée, qui,
« elle, croîtra comme le carré de cette intensité. »

Or cette conclusion est en contradiction complète avec les formules et les graphiques de M. Hillairet.

Reprenons en effet la formule fondamentale :

$$F = IL.$$

Un calcul élémentaire, qu'il serait fastidieux de reproduire ici, montre immédiatement que les racines carrées des résistances des deux systèmes considérés sont nécessairement dans le même rapport que les longueurs de fil, puisque, pour la démonstration, les deux équipages sont supposés être identiques quant aux formes.

On peut donc écrire symboliquement :

$$F = I\sqrt{R}.$$

Si maintenant la force électro-magnétique F est supposée être la même dans les deux cas, le produit $I\sqrt{R}$ qui lui est proportionnel est le même; par conséquent son carré I^2R, qui n'est autre que le travail calorifique développé, reste constant dans tout système considéré. On voit maintenant que ce qui a trompé l'auteur dans ses conclusions, c'est de n'avoir pas remarqué que si le courant est n fois plus grand dans un système que dans l'autre, la résistance de celui-ci est n^2 fois plus grande que la résistance de celui-là, en sorte que le produit I^2R est toujours le même.

Quant à cette autre phrase de l'auteur : « Les machines à fil fin paraissent avoir une plus grande élasticité d'effort, » si je l'ai bien comprise, elle tendrait à prouver, en se plaçant à un point de vue purement théorique et analytique, que pour une

Digitized by Google

même variation *relative* $\frac{dF}{F}$ du couple résistant, correspond une variation *relative* $\frac{dI}{I}$ du courant d'autant plus petit que le fil est plus fin.

Or ceci est encore en contradiction avec la théorie, puisque les formules précédentes donnent constamment la relation

$$\frac{dF}{F}=\frac{dI}{I}$$

qui est indépendante du fil employé.

Tout ceci ressort du reste aisément de la comparaison des deux graphiques de l'auteur.

En effet, si les raisonnements précédents ont une base solide et exacte, les ordonnées des deux graphiques doivent être dans le même rapport que les carrés des diamètres de fil :

$$\frac{\overline{1,8}^2}{\overline{1,5}^2}=1,44,$$

ce qui se vérifie très sensiblement.

Cela doit être, puisque les intensités étant en raison inverse des longueurs d'après la formule fondamentale, doivent être nécessairement dans le même rapport que les carrés des diamètres de fil, pour que le volume total de l'équipage reste inaltéré. R. Arnoux.

SECONDE NOTE DE M. A. HILLAIRET

Dans un précédent article (*Électricien*, 1er janvier), à l'examen de la droite représentative des intensités en fonction des efforts que donne un système électro-magnétique, nous avions émis cette opinion que les machines à fil fin devaient être plus faciles à conduire que les machines à gros fil.

M. Cabanellas a relevé cette assertion et montré, avec raison, qu'elle n'était pas exacte.

Comme nous n'avions pas employé le terme *densité de courant*,

dont fait usage M. Cabanellas, nous arriverons au même résultat de la façon suivante.

Reprenons les expressions :

$$F = H_0 IL \qquad (1)$$

$$F' = H_0 I'L' \qquad (2)$$

Si on suppose

$$F = F' \qquad (3)$$

Les quantités de chaleur engendrées dans chaque induit sont identiques.

En effet, R et R′ étant les résistances respectives des deux induits, le rapport de deux quantités de chaleur correspondantes est :

$$K = \frac{RI^2}{R'I'^2} = \frac{RL'^2}{R'L^2},$$

en vertu de (3).

c, résistance spécifique du cuivre.

S, S′, sections des conducteurs induits.

On a :

$$K = \frac{c\frac{L}{S}L'^2}{c\frac{L'}{S'}L^2} = \frac{S'L'}{SL}$$

Mais les machines ont même carcasse : les volumes de cuivre sont supposés les mêmes.

$$S'L' = SL$$

$$K = 1$$

M. Cabanellas fait en outre remarquer qu'on a :

$$\frac{I'}{I} = \frac{D'^2}{D^2}.$$

I et I′ étant les valeurs de l'intensité correspondant, dans les deux machines, à une même valeur de l'effort, D et D′ étant les diamètres respectifs des fils induits.

Digitized by Google

En effet, de

$$S'L' = SL,$$

on tire :

$$S'I = SI'$$

$$\pi D'^2 I = \pi D^2 I'$$

$$\frac{D'^2}{D^2} = \frac{I'}{I}.$$

M. Cabanellas a trouvé, sur les diagrammes dont nous nous sommes servis, que cette égalité était sensiblement vérifiée.

A. Hillairet.

INSTRUMENTS PRATIQUES DE MESURES ÉLECTRIQUES

ÉLECTRO-DYNAMOMÈTRE DE MM. SIEMENS ET HALSKE

Dans leur rapport sur les accumulateurs, MM. Hospitalier, Fichet et Jousselin indiquent l'électro-dynamomètre de MM. Siemens et Halske comme l'un des appareils employés dans leurs épreuves[1]. Cet instrument trop peu connu fait partie, ainsi que le galvanomètre de torsion dont nous avons ici même donné la description[2], d'une série d'appareils construits par la maison Siemens et Halske dans un ordre d'idées éminemment pratiques qu'il ne nous paraît pas inutile de rappeler. Il emprunte d'ailleurs un caractère d'intérêt spécial à ce fait qu'il est un des rares instruments permettant de mesurer les courants alternatifs.

D'après M. le docteur O. Frölich, un instrument de mesures doit remplir des conditions très différentes suivant qu'il est destiné à des épreuves pratiques ou à des recherches de laboratoire. Indépendamment d'une plus grande habileté dans le maniement des appareils, on peut d'abord supposer à l'expérimentateur du laboratoire un temps moins parcimonieusement compté qu'au

[1] Voy. l'*Électricien* du 1er nov. 1883, t. VI, n° 62, p. 396.
[2] Voy. l'*Électricien* du 15 sept. 1883, t. VI, n° 59, p. 252 et suiv

praticien; celui-ci a d'ailleurs besoin, pour ses opérations de chaque jour, d'instruments peu susceptibles de dérangements, d'un montage et d'un maniement rapides, et fournissant des résultats utiles même entre des mains peu exercées. Ce n'est pas qu'on ne puisse réunir dans un même instrument les qualités requises par le savant et par le praticien; au contraire, et si les instruments scientifiques ne répondent généralement pas aux exigences de la pratique, c'est que l'homme de science en sent moins la nécessité; mais dans la plupart des cas, les appareils pratiques peuvent être assez exacts pour satisfaire aux besoins du laboratoire qui sera le premier à en bénéficier.

Les principales conditions que doit remplir au point de vue pratique un instrument destiné à la mesure de l'intensité des courants sont au nombre de deux :

1° *Indépendance de toute action extérieure.* — Dans les endroits où se trouvent réunis un grand nombre de fils ou de machines, électriques ou autres, il est essentiel de soustraire autant que possible, sinon absolument, les indications de l'instrument aux actions perturbatrices des courants, des aimants et des masses de fer. Dès qu'il en est autrement, il faut à chaque opération déterminer et éliminer ces influences extérieures; or, à moins d'avoir affaire à des expérimentateurs de tout repos, on n'est jamais certain que l'opération ait été faite dans les conditions voulues.

Dès lors, l'emploi des appareils à aimants doit être absolument proscrit. Avec d'autres instruments, tels que la boussole de tangentes, il faut incliner ou éloigner l'anneau pour éviter de trop grandes déviations; les fils conducteurs susceptibles d'agir sur l'aiguille comme l'anneau lui-même doivent être disposés en conséquence, de manière à paralyser cette action, etc. Un expérimentateur habile sait prendre ces dispositions; mais le manque d'habitude ou une trop grande précipitation chez l'opérateur peuvent laisser passer des erreurs d'observation dont les plus habiles même ne sont pas toujours indemnes. Il en est de même en ce qui concerne le voisinage des masses métalliques, aimants ou acier, machines électriques, machines d'ateliers, conduites de gaz, poutres de fer disséminées dans les bâti-

Digitized by Google

ments, etc., dont on ne reconnaît souvent qu'après coup et trop tard l'influence perturbatrice.

2° *Rapport simple entre les observations et les grandeurs à mesurer.* — Dans un grand nombre d'appareils existants, l'action du courant est proportionnelle à une fonction, sinus, tangente, sécante, etc... de l'angle de déviation d'une aiguille. C'est un inconvénient que l'on cherche de plus en plus à éviter, et la préférence se porte naturellement, sinon sur les instruments à lecture directe qui ont d'autres inconvénients, du moins vers ceux dont les indications sont proportionnelles aux grandeurs à mesurer.

Il est en outre commode pour le savant comme pour le praticien de se faire, à la lecture même, une idée de la grandeur relative qu'il mesure. Plus la loi à laquelle obéissent les déviations de l'appareil est simple, plus les calculs peuvent aisément se faire de tête en cours d'expérience, ce qui n'est pas sans importance quand on est obligé d'opérer rapidement et souvent d'une manière continue.

Un autre avantage de cette proportionnalité réside dans la *sensibilité uniforme* de l'instrument.

La sensibilité de la boussole des tangentes, par exemple, varie considérablement, comme on le sait, avec la grandeur de la déviation; 1° correspond à une variation d'intensité bien plus grande dans les environs de 30° que dans le voisinage de 1°.

Si l'on veut réaliser les deux conditions ci-dessus, il faut bannir les aimants ordinaires des instruments destinés à la mesure des courants intenses, et éviter dans la construction les lois de tangentes et de sinus pour les remplacer par des lectures au miroir ou des efforts de torsion.

C'est dans cet esprit qu'a été construit l'électro-dynamomètre pratique de MM. Siemens et Halske primitivement conçu par Weber : un solénoïde suspendu à un ressort en spirale est dévié par l'action d'un courant, la rotation inverse ramène le solénoïde à son point de repos, et l'angle de torsion qui détermine cet état d'équilibre donne la mesure de la force à laquelle le solénoïde a été soumis.

Digitized by Google

L'étude des phénomènes électriques et leurs applications nécessitent d'ailleurs souvent la mesure de courants alternatifs. Quand ces courants se succèdent lentement, le galvanomètre suffit à leur observation ; mais il n'en est plus de même et la précision devient difficile dès que les oscillations de l'aiguille prennent une certaine fréquence. Plus les courants alternatifs se succèdent rapidement, plus les déviations s'affaiblissent et l'on arrive finalement à ce qu'elles cessent complètement ou du moins deviennent imperceptibles, l'inertie de l'aiguille l'empêchant d'obéir assez vite aux actions alternatives du courant. L'électro-dynamomètre est le seul instrument qui permette de mesurer les courants alternatifs les plus rapides.

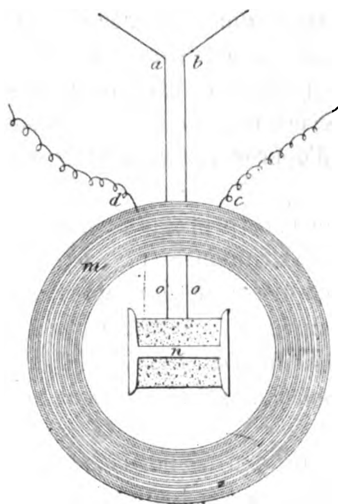


Fig. 1. — Principe de l'électro-dynamomètre de Weber.

La figure 1 donne la représentation schématique de l'appareil de Weber.

Cet appareil est un galvanomètre dans lequel l'aiguille aimantée est remplacée par une bobine traversée par le courant. La bobine extérieure *m* correspond à celle du galvanomètre, et la bobine intérieure *n* à l'aimant ; au repos, l'axe de la bobine intérieure est perpendiculaire à celui de la bobine du galvanomètre. Le courant pénètre dans la bobine intérieure par les deux

Digitized by Google

fils fins *oo* qui servent en même temps de suspension à cette bobine (c'est la suspension dite bifilaire). Dans les instruments plus sensibles, la bobine intérieure est suspendue à un fil fin unique et le second conducteur est constitué par un fil fin en spirale disposé verticalement au-dessous de la bobine et qui tend légèrement tout le système.

L'électro-dynamomètre se place comme un galvanomètre à simple aiguille de telle sorte que le plan d'enroulement de la bobine extérieure se trouve dans le méridien magnétique, celui de la bobine intérieure lui étant perpendiculaire.

Quand la bobine intérieure est parcourue par un courant, elle n'est pas déviée si son axe se trouve exactement dans le plan du méridien magnétique ; mais dès qu'il fait un angle avec celui-ci, le magnétisme terrestre tend à ramener dans le plan du méridien magnétique et à faire tourner la bobine, ainsi traversée par le courant, dans un sens pour une direction donnée du courant, et en sens contraire pour la direction opposée.

Le passage de courants dans les deux bobines détermine une déviation dont le sens reste constant quelle que soit la direction de ces courants et dépend uniquement de la manière dont les deux bobines sont disposées, c'est-à-dire de la pénétration du même courant, positif ou négatif, par l'entrée du fil dans les deux bobines à la fois, ou par l'entrée du fil dans l'une et sa sortie dans l'autre. Par contre, l'amplitude de la déviation ne dépend pas seulement de l'intensité des courants, mais aussi du magnétisme terrestre, et varie dès lors avec le sens du courant.

Si l'on désigne par φ la déviation de l'axe de la bobine intérieure par rapport au méridien magnétique, par I_e le courant qui traverse la bobine extérieure, par I_i celui qui traverse la bobine intérieure, par H la composante horizontale du magnétisme terrestre, et par p, q, r, des coefficients constants, on a pour la position d'équilibre :

$$pI_eI_i \cos\varphi + qI_i \sin\varphi - r \sin\varphi = 0, \qquad (1)$$

quand le magnétisme terrestre agit dans le même sens que le courant, et au contraire

$$pI_eI_i \cos\varphi - qI_i \sin\varphi - r \sin\varphi = 0, \qquad (2)$$

Digitized by Google

quand il agit dans le même sens que l'effort mécanique de torsion de la suspension bifilaire, dont l'action est représentée par le coefficient *r*.

Si la déviation φ est très petite, comme dans le cas de la lecture au miroir, on a

$$\varphi = \frac{p I_e I_i}{r \pm q I_i H}, \qquad (3)$$

où le signe — correspond au cas de l'équation (1), et le signe + au cas de l'équation (2).

Quand on se sert de l'électro-dynamomètre pour mesurer des courants constants de même sens, il faut éliminer d'une façon quelconque l'action du magnétisme terrestre dont l'influence troublerait le résultat des observations.

On peut y parvenir, lorsque la déviation est faible, en prenant les déviations pour des courants de sens contraire, c'est-à-dire en relevant d'abord la déviation (φ_1) pour un sens quelconque des courants I_e et I_i, puis celle (φ_2) pour la direction inverse des deux courants. Les réciproques des deux déviations étant alors par exemple

$$\frac{1}{\varphi_1} = \frac{r + q I_i H}{p I_e I_i}$$

et

$$\frac{1}{\varphi_2} = \frac{r - q I_i H}{p I_e I_i},$$

on a pour la moyenne de ces deux valeurs :

$$\frac{1}{2}\left(\frac{1}{\varphi_1} + \frac{1}{\varphi_2}\right) = \frac{r}{p I_e I_i},$$

et pour réciproque de cette moyenne :

$$\Phi = \frac{2}{\frac{1}{\varphi_1} + \frac{1}{\varphi_2}} = 2\frac{\varphi_1 \varphi_2}{\varphi_1 + \varphi_2} = \frac{p}{r} I_e I_i. \qquad (4)$$

La valeur de Φ est ainsi proportionnelle au produit des courants qui circulent dans les deux bobines.

Si l'action du magnétisme terrestre est peu intense, les deux

Digitized by Google

déviations φ_1 et φ_2 diffèrent peu l'une de l'autre, et l'on a approximativement (ce qu'indique l'équation (3) pour $q = 0$) :

$$\Phi = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2};$$

c'est-à-dire qu'il suffit de prendre dans ce cas la moyenne des deux déviations obtenues pour les deux sens du courant.

L'action du magnétisme terrestre peut encore être éliminée par l'emploi de la méthode dite de torsion.

Cette méthode s'emploie quand les fils ou ressorts en spirale servant à la suspension de la bobine intérieure se trouvent dans l'axe de rotation de la bobine, de telle sorte qu'on n'ait affaire, comme action mécanique, qu'à des efforts de torsion.

Dans ces conditions, quand le courant circule dans les bobines, la bobine intérieure est sollicitée à revenir à sa position de repos par la torsion des fils ou ressorts de suspension, et la lecture de l'angle (t) dont le fil est tordu donne la mesure de l'action exercée. Dans ce cas la position d'équilibre correspond à une action nulle du magnétisme terrestre, l'axe de la bobine étant dans le méridien magnétique, et l'équation d'équilibre est (puisque $\varphi = 0$) :

$$pI_eI_i = rt,$$

r étant ici l'effort de torsion du fil ; on a par suite pour l'angle de torsion t :

$$t = \frac{p}{r} I_eI_i, \qquad (5)$$

c'est-à-dire que l'angle de torsion est proportionnel au produit des courants.

Ce mode d'élimination de l'action du magnétisme terrestre n'est valable, il ne faut pas l'oublier, que dans le cas où l'axe de la bobine intérieure est situé dans le méridien magnétique, tandis que la moyenne donnée en premier lieu subsiste, du moins pour une faible différence dans les déviations φ_1 et φ_2, pour une position quelconque de l'électro-dynamomètre.

Avec les courants alternatifs, l'action du magnétisme terrestre est aussi constamment alternée, et la somme de ses actions est nulle. Par suite, si les courants alternatifs se succèdent lente-

Digitized by Google

ment mais régulièrement, on observe, quand le mouvement est bien établi, des oscillations régulières de la bobine intérieure; plus les courants alternatifs se succèdent rapidement, plus ces oscillations s'amoindrissent, jusqu'à ce que finalement la déviation soit aussi constante que pour un courant constant.

Les actions du magnétisme terrestre s'annulent donc, et l'on a pour la déviation φ (quand elle est faible) :

$$\varphi = \frac{p}{r} I_e I_i, \qquad (6)$$

c'est-à-dire que la déviation est proportionnelle au produit des courants, ou, quand le même courant traverse les deux bobines, au carré du courant.

Si les courants alternatifs varient non seulement en direction, mais aussi en intensité, il faut prendre non plus le produit des deux courants, mais la valeur moyenne de ce produit.

L'instrument, tel qu'il a été conçu par Weber, a des dimensions considérables; MM. Siemens et Halske, en l'appropriant à la mesure des courants des machines dynamo-électriques, lui ont donné une forme plus commode, indiquée dans la figure 2.

Les deux bobines de l'appareil sont faites en fil de cuivre de diamètre tel qu'il ne s'échauffe pas au passage de forts courants. Les mesures se prennent par la méthode de torsion; à cet effet, la bobine intérieure ou plutôt le cadre auquel elle est réduite est suspendu à un fil de cocon, entouré par un puissant ressort en spirale, dont l'extrémité supérieure est fixée à un pivot vertical mobile, et l'extrémité inférieure au cadre intérieur; les deux extrémités de cette bobine rudimentaire intérieure plongent dans des coupes à mercure reliées à des bornes qui reçoivent elles-mêmes les conducteurs extérieurs. Ce mode de connexion est possible dans ce cas vu les forces relativement importantes mises en jeu; mais on ne peut l'employer dans les instruments plus délicats destinés à la mesure des courants téléphoniques.

La bobine extérieure est formée d'un certain nombre d'enroulements circulaires tandis que la bobine intérieure est constituée par un seul fil et a plutôt, comme nous l'avons dit,

Digitized by Google

la forme d'un cadre rectangulaire. Grâce à cette disposition, l'action exercée par la bobine extérieure est supérieure à toute autre influence éloignée, et l'action du magnétisme terrestre peut être négligée dans la détermination de la mesure; dès lors on n'a pas besoin de placer l'instrument dans une position fixe.

La bobine extérieure est généralement double, c'est-à-dire formée de deux fils de diamètres différents superposés : l'un gros et court pour les machines à courant continu, l'autre fin et long pour les machines à courants alternatifs. Ce double circuit est clairement indiqué par la figure 2. Ces deux fils de la bobine fixe viennent aboutir respectivement aux bornes 2 et 3 situées sur le socle en bois de l'appareil.

Il est d'ailleurs facile de suivre sur la figure même la marche du courant : partant par exemple de la borne 3, à gauche, il pénètre d'abord dans la bobine extérieure qu'il quitte, par l'extrémité du fil que l'on aperçoit à droite sur le bâti vertical, pour se rendre dans une petite coupe à mercure disposée au milieu de la traverse en bois reliant les deux montants verticaux du bâti; de là, il entre dans la bobine mobile dont l'une des extrémités plonge dans le mercure, la parcourt et ressort par l'autre extrémité plongeant dans la coupe creusée dans le socle pour aboutir de là à la borne 1. — Le trajet est le même si le conducteur extérieur est relié aux bornes 1 et 2 au lieu des bornes 1 et 3.

A la partie antérieure de la bobine mobile est fixé un index léger dont la pointe vient contourner le bord d'un cadran divisé horizontal, fixé sur le bâti en bois ; c'est au zéro de cette division que doit toujours se tenir l'index. Le milieu du cadran porte une pièce de cuivre ou tête de torsion à laquelle sont fixés l'extrémité supérieure du ressort à spirale ainsi qu'un second index, mobile à la main et destiné à indiquer l'angle de torsion du ressort en spirale.

Pour se servir de l'instrument, on commence par le mettre exactement de niveau au moyen des trois vis calantes disposées au-dessous du socle de l'appareil, de manière à ce que les deux extrémités de la bobine mobile plongeant dans le mercure jouent bien librement. Un petit fil à plomb fixé le long du bâti vertical facilite ce réglage.

Digitized by Google

Quand aucun courant ne traverse l'instrument, les deux index doivent se tenir au zéro, leurs deux pointes en regard. Dès que le courant passe, l'index fixé à la bobine intérieure est dévié; on tourne alors le bouton molleté de la tête de torsion jusqu'à ce que l'index de la bobine revienne au zéro. La position de

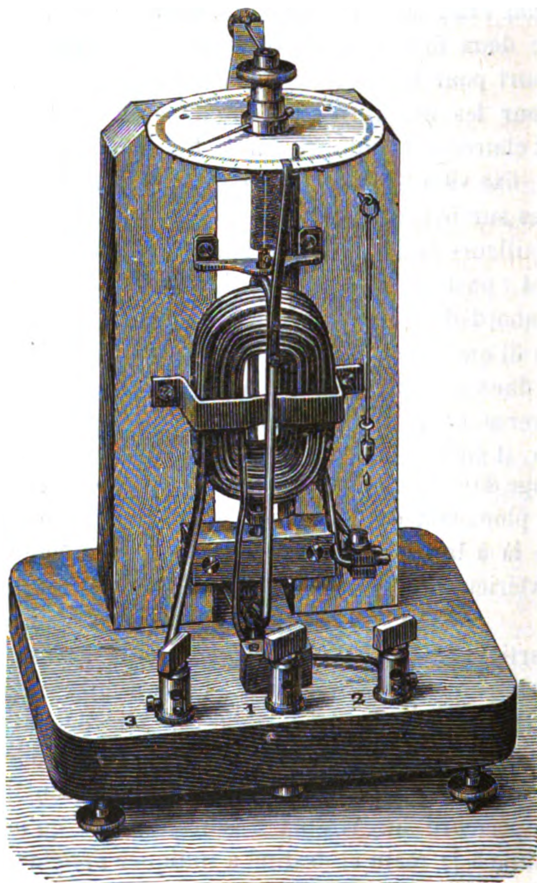


Fig. 2. — Électro-dynamomètre de MM. Siemens et Halske pour courants intenses.

l'index de torsion donne ainsi l'angle dont a été tordu le ressort en spirale; cet angle est proportionnel au carré du courant.

La constante de chaque instrument, qui varie suivant ses éléments de construction et notamment selon la force du ressort en spirale, est indiquée sur l'appareil.

Digitized by Google

Si l'on appelle :

A l'angle de torsion fourni par l'index mobile à la main quand on emploie la bobine fixe à fil fin (bornes 1 et 2) ;

a l'angle de torsion fourni de même quand on se sert de la bobine fixe à gros fil (bornes 1 et 3) ;

K la constante correspondante au premier cas ;

k la constante correspondante au second cas ;

I_c l'intensité exprimée en grammes de cuivre que peut précipiter le courant en une heure dans *un* élément ;

I_a l'intensité en ampères ($1 \text{ ampère} = \frac{\text{volt}}{\text{ohm}}$ ou bien l'intensité produite par un élément Daniell à travers une résistance totale de 1,17 unités Siemens) ;

on a :

$$I_a = 0{,}85 I_c = K\sqrt{A} = k\sqrt{a}.$$

L'index mobile à la main est fou sur la tête de torsion qui sert à le manœuvrer ; une petite vis de pression permet de le rendre solidaire de cette pièce pour les observations, ou de le ramener au zéro pour la position de repos, c'est-à-dire de le régler si, par une cause quelconque, il se trouve dérangé.

Une autre vis molletée, située à l'arrière du socle en bois, sert à immobiliser le cadre rectangulaire et à soulager ainsi le fil de cocon et le ressort en spirale dans le transport de l'appareil.

La marge des indications fournies par un même instrument est assez étendue ; il est bon néanmoins d'éviter l'emploi des trop faibles déviations pour lesquelles la moindre erreur de lecture peut entraîner des inexactitudes relativement considérables dans les observations.

L'appareil se construit en quatre types différents correspondant à des limites variables d'intensités à mesurer :

Le type	n° 1	permet de mesurer	de	0,1 à	16 ampères.
—	n° 2	—	—	1 à	60 —
—	n° 3	—	—	5 à	250 —
—	n° 4	—	—	10 à	350 —

Les indications de l'électro-dynamomètre, c'est-à-dire les angles de torsion, étant, comme nous l'avons vu, proportionnelles

Digitized by Google

au carré du courant, on comprend aisément tout le parti que l'on en peut tirer dans l'étude des phénomènes électriques,

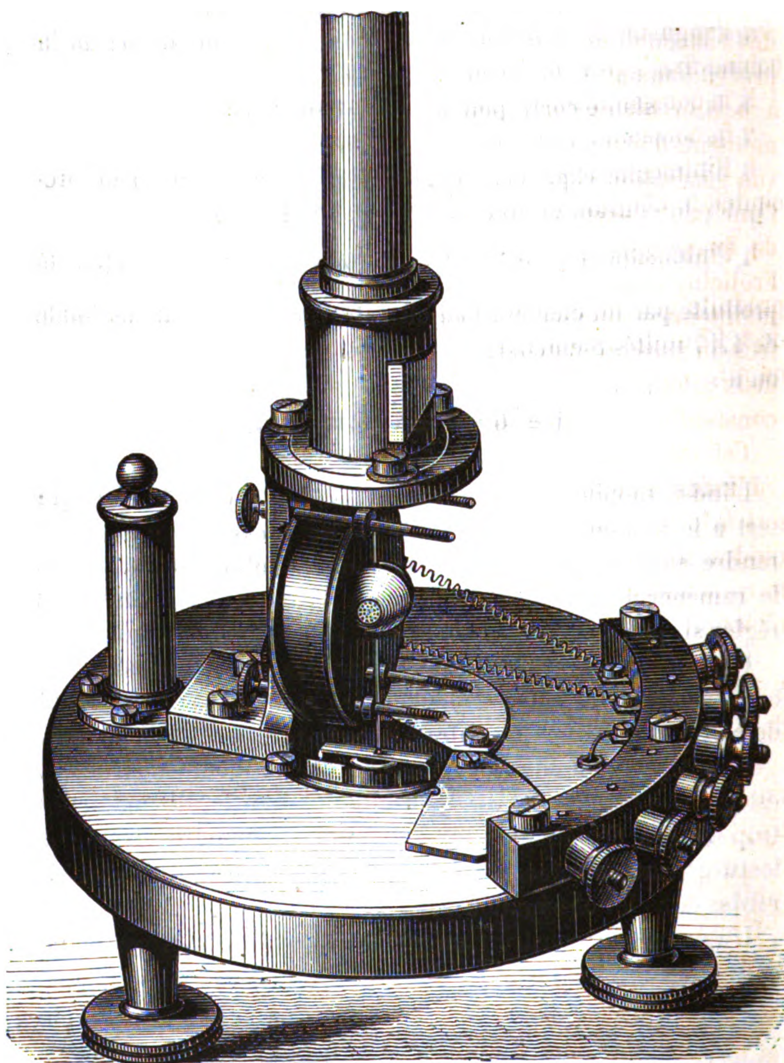


Fig. 3. — Électro-dynamomètre de MM. Siemens et Halske pour courants téléphoniques.

puisque le travail produit et consommé est précisément proportionnel à ce même carré (I^2R). C'est sur ce principe qu'a été

Digitized by Google

construit le mesureur d'énergie de MM. Siemens et Halske signalé par M. le docteur Frölich dans un travail récent[1].

Enfin l'électro-dynamomètre peut être approprié à la mesure des courants les plus faibles ; mais, ainsi que nous l'avons dit précédemment, la construction doit en être modifiée de manière à assurer les contacts tout en diminuant autant que possible le moment d'inertie de la bobine mobile. La figure 3 donne une vue générale de l'appareil. Il comporte deux bobines fixes dont l'une peut s'enlever aisément. Quant à la bobine mobile, elle est de forme sphérique avec noyau de fer à glissement (système Frölich), suspendue à un fil de platine extrêmement délié et maintenue en dessous par un ressort en spirale de fil de cuivre très fin ; ses oscillations sont rendues apériodiques au moyen de deux ailettes plongeant dans l'eau, dont le niveau est maintenu constant à l'aide d'un vase de Mariotte.

Cet instrument permet de mesurer aisément l'intensité des courants téléphoniques. E. B.

EXPOSITION DE VIENNE

MACHINE POUR L'ALLUMAGE DES MINES

SYSTÈME BORNHARDT

Ingénieur attaché à la cour du grand-duc de Brunswick.

La mise en feu, par l'électricité, des cartouches de dynamite employées dans les mines, présente sur tous les systèmes généralement en usage, des avantages nombreux et incontestables. Le danger résultant, pour les ouvriers, d'explosions trop rapides ou trop lentes n'existe plus; en outre, on supprime la fumée et la production des gaz délétères provenant de la combustion de la poudre; enfin on réalise une grande économie de temps, puisque, dans le cas actuel, il suffit de quelques tours d'une machine électrique pour faire partir tous les coups de mine.

[1] Voy. l'*Électricien* du 15 avril 1883, t. V, n° 49, p. 346 et 347.

Digitized by Google

et que l'on peut approcher immédiatement après l'explosion.

De toutes les sources électriques on préfère d'ordinaire les machines d'induction et les machines électro-statiques qui sont simples et d'une manipulation facile ; c'est à cette dernière catégorie qu'appartient l'appareil électro-statique de M. Bornhardt, l'un des plus employés.

Cet appareil est formé d'une boîte parallélipipédique à l'intérieur de laquelle se trouvent un ou plusieurs disques en ébonite B, que l'on peut faire tourner de l'extérieur à l'aide de la manivelle *f* et des deux roues d'engrenage *c* et *d* ; à la péri-

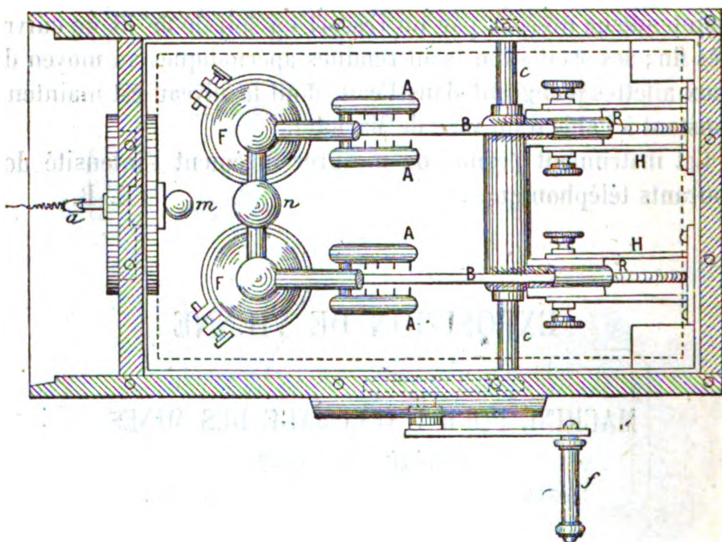


Fig. 1. — Plan de la machine Bornhardt.

phérie de chaque disque on remarque un frotteur en peau R, pressé de chaque côté par un ressort H.

L'électricité produite par le frottement passe, par les pointes des anneaux A, dans le condensateur F formé de deux bouteilles de Leyde enveloppées d'une couche de caoutchouc durci pour éviter les fuites.

Pour décharger ce condensateur, il suffit d'appuyer sur un bouton latéral K. La tige métallique *mn* prend alors la position indiquée en pointillé, et la boule *m* est maintenant en contact

Digitized by Google

avec la boule *n* du condensateur par un ressort qui établit en outre la liaison avec la borne *a*.

Pour se rendre compte de l'état du condensateur, on a dis-

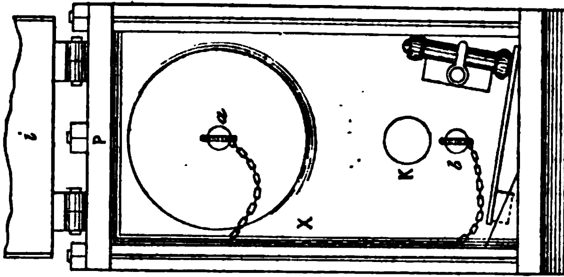


Fig. 3. — Vue en bout.

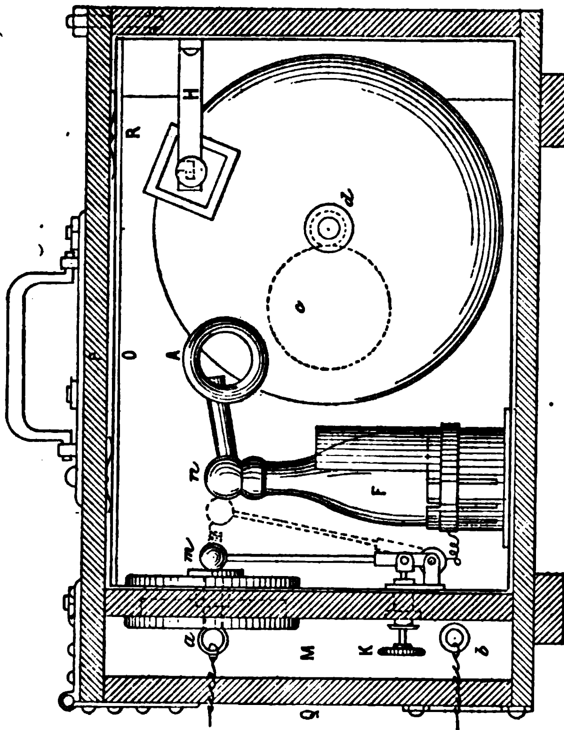


Fig. 2. — Vue latérale.

posé en X une échelle formée de quinze boutons métalliques que l'on peut mettre en communication par de petites chaînettes avec les bornes *a* et *b*. — En notant entre combien d'intervalles

Digitized by Google

on peut faire jaillir l'étincelle après 15 à 20 tours de manivelle, on juge du fonctionnement de l'appareil.

Cet ensemble est placé dans une boîte en fer-blanc fermée à la partie supérieure par un couvercle O formé d'une plaque en ébonite pour éviter la déperdition par rayonnement. Le tout est définitivement placé dans une boîte en bois dont le couvercle P est muni d'une poignée.

L'attache des fils conducteurs aux bornes *a* et *b* ne peut se faire qu'en ouvrant la paroi Q de la boîte; c'est également dans le compartiment M que l'on place la manivelle.

L'appareil, représenté figures 1 à 3, est à deux disques : ses dimensions principales sont $0^m,55 \times 0,27 \times 0,40$; son poids de 19 kilogrammes; il fournit, après 20 tours environ de la manivelle, des étincelles de $0^m,070$ à $0^m,090$ de longueur.

La machine à un seul disque a pour dimensions principales $0,50 \times 0,19 \times 0,34$; elle pèse 12 kilogrammes et donne dans les mêmes conditions des étincelles de $0^m,045$ à $0^m,050$ de longueur.

Comme nous le disions en commençant, l'électricité permet de faire partir plusieurs mines du même coup. A cet effet, on réunit entre elles les extrémités des fils sortant de chaque trou de mine, en tenant compte, dans la pratique, de considérations sur lesquelles nous n'insisterons pas; puis on relie l'ensemble avec la machine électrique, par exemple, avec un fil de cuivre rouge de $0^m,001$ de diamètre, isolé sur de petits poteaux en bois. — On établit ainsi les deux fils d'aller et de retour que l'on fixe respectivement aux bornes *a* et *b* de l'appareil; on fait faire 20 à 25 tours à la manivelle, puis on presse sur le bouton K; tous les coups partent ensemble. — On décroche alors les fils conducteurs, on retire la manivelle et le personnel peut pénétrer, sans avoir à craindre aucun danger, sur le lieu de l'explosion.

Non seulement la machine que nous venons de décrire est d'une application à recommander dans les mines, mais son emploi peut encore rendre les plus grands services dans l'industrie forestière et surtout dans la culture. On peut en effet ramollir par ce procédé des couches de terre où la charrue ne pouvait pas pénétrer.

L. Chenut.

Digitized by Google

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Fusion des compagnies de gaz. — L'amalgamation projetée de deux des plus importantes des trois Compagnies de gaz restant chargées de l'éclairage de la métropole n'aura pas lieu, le *Board of Trade* ayant mis son *veto*.

Nous avons à plusieurs reprises traité de ce projet d'amalgamation dont le résultat aurait été de mettre le consommateur de gaz à la merci d'une seule Compagnie; mais le public s'est ému d'un pareil état de choses, et les autorités paroissiales ont été unanimes à condamner le projet. Le *Metropolitan Board of Works* et la Corporation de la City de Londres ayant fait entendre leurs puissantes voix dans le même sens, le *Board of Trade* a décidé de refuser de sanctionner la fusion proposée.

Un des résultats contraires à l'intérêt du public dans ce projet de fusion aurait été de supprimer le prix maximum de 3 shillings 16 pence par 1000 pieds cubes (0fr,156 par mètre cube) par la loi à la plus petite des deux Compagnies et de le porter à 3 shillings 9 pence, prix maximum imposé à la plus grande Compagnie (*Gas et Coke Co*), laquelle devait englober la plus petite (*South Metropolitan Gas Co*).

Celle-ci, qui est autorisée à élever son dividende de 1/4 pour 100 sur le dividende maximum légal de 10 pour 100 pour chaque penny de diminution sur le prix initial du gaz, vend le gaz 2 shillings 10 pence par 1000 pieds cubes (0fr,126 par mètre cube) et paye 12 pour 100 de dividendes à ses actionnaires.

L'éclairage électrique de la City. — La limite de temps pour l'envoi des soumissions a été fixée au 25 janvier, et non au 25 février 1884, comme cela avait été annoncé précédemment. Cette première limite était le résultat d'une erreur dans l'annonce émise par la Corporation et vient d'être rectifiée.

Cet éclairage comprendra cinq districts ainsi répartis:

District nº 1. — Giltspur Street, Smithfield (côté est), Long Lane, Aldersgate Street (de Barbican à Angel Street).

District nº 2. — Moorgate Street, London Wall, Blomfield Street, Liverpool Street, Old Broad Street, New Broard Street, Threadneedle Street (portion), Bartholomew Lane, Lothbury (portion).

District nº 3. — Cornhill, Leadenhall Street, Aldgate, Fenchurch Street, Lombard Street, Gracechurch Street, Bishopsgate Street Within (portion sud).

District nº 4. — London Bridge, King William Street, Royal Exchange (façade), Mansion House Street, Poultry, Cheapside (entre King Street

et Poultry), King Street, Guildhall Yard, Queen Street (entre Cannon Street et Cheapside), Queen Victoria Street (entre Cannon Street et Mansion House), Cannon Street (entre Queen Street et King William Street);

District n° 5. — Southwark Bridge, Queen Street Place, Queen Street (entre Upper Thames Street et Cannon Street), Cannon Street (entre Queen Street et Saint Paul's Churchyard), Queen Victoria Street, de Cannon Street à New Bridge Street.

Comme nous l'avons déjà dit, l'entreprise ou les entreprises d'éclairage auront une durée maximum de cinq années à dater de la signature du contrat. Pendant cette période, les adjudicataires auront la permission de poser des circuits souterrains pour distribuer l'éclairage chez les particuliers. L'éclairage devra avoir lieu chaque nuit du coucher au lever du soleil.

La Commission se réserve le droit de résilier le contrat à une époque quelconque après l'expiration de trois mois et ce, en notifiant à l'adjudicataire son intention quatre semaines à l'avance. Cette clause refroidira très probablement l'ardeur des entrepreneurs d'éclairage.

L'entrepreneur fournira la puissance motrice, les machines électriques, conducteurs, lampes, crayons et service nécessaire pour la conduite de l'éclairage. Ce matériel sera la propriété de l'entrepreneur ; à l'expiration ou à la résiliation du contrat, il devra être enlevé par lui à ses frais. Tous les travaux de voirie devront être refaits par lui et à ses frais.

Il est regrettable que la Corporation de Londres n'ait pas songé à installer une canalisation électrique convenable sous les voies publiques qu'elle éclaire expérimentalement à l'électricité depuis plusieurs années, et qu elle va probablement continuer à éclairer expérimentalement pour plusieurs années encore. C'eût été, pour elle, un jeu d'enfant et la dépense d'une pareille pose, faite par une administration coutumière du fait et ayant tout sous la main, matériel et personnel, eût été incomparablement moins grande que ne sera sûrement celle occasionnée par la pose de cinq canalisations différentes, entreprise par des compagnies différentes et n'ayant pas l'habitude de ce genre de travail.

Il est évident que la pose de telles canalisations, faite dans des vues telles que celles de la Cité, et sous le contrôle des ingénieurs de la Corporation, présentant des aléas considérables, les entrepreneurs devront surcharger leurs devis pour ne pas être exposés à perdre. Il en résultera une plus grande dépense pour la Corporation et le prix de revient de l'éclairage électrique se trouvera ainsi fictivement augmenté.

Il est vrai que, dans le cas de l'enlèvement des tuyaux, le jeu n'en

Digitized by Google

vaut pas la chandelle, car la main-d'œuvre et la réfection de la voie coûteraient bien plus cher; mais une Compagnie peut, pour certaines raisons, ne pas pouvoir ou ne pas vouloir poser ses fils dans une canalisation ou tuyauterie posée par quelque prédécesseur, surtout n'ayant aucune garantie que la pose ait été irréprochablement exécutée.

L'installation et la pose pourront être commencées quinze jours après la signature du contrat et tout le système devra être complété et prêt pour l'éclairage dans les trois mois. L'installation et la pose des fils, etc., devront donc être exécutées en deux mois et demi. Cela paraît bien court, surtout pour travaux d'hiver; une difficulté à laquelle la Corporation n'a peut-être pas songé, est celle de se procurer un ou plusieurs moteurs puissants à si bref délai, et de les installer.

L'entrepreneur peut, s'il le juge convenable, se servir des réverbères existants, à condition de les remettre en état à l'expiration. De plus, il ne doit, pendant la pose, troubler en aucune façon l'éclairage actuel.

L'entrepreneur doit trouver et acquérir, si cela est nécessaire, un local pour l'installation de la force motrice, l'Administration promettant, sans autrement s'y engager, de l'aider et de disposer d'espaces vacants lui appartenant, tant que l'entrepreneur les trouverait convenables et que leur utilisation ne gênerait en rien le trafic public ou les convenances locales.

Les fils devront, lorsque cela sera praticable, être posés de chaque côté des rues à éclairer, pour éviter de déranger la voie carrossable. Cela nous semble une dépense et une complication bien superflues et devant sérieusement grever les devis, des tranchées transversales pouvant au besoin facilement être faites de nuit et la voie remise en état pour le trafic du matin.

La réfection de la voie sera faite par les entrepreneurs ordinaires de la Corporation aux prix suivants, en shillings par yard[1] superficiel :

	s.	d.
Macadam	1	6
Asphalte Val de Travers route	16	6
— — trottoir	7	9
— Limner route	14	0
— — trottoir	7	0
Pavage en bois	12	6
Dalles	1	6

L'adjudicataire sera responsable et se porte garant envers la Corporation pour tout accident ou dommage résultant d'un éclairage imparfait des voies publiques ou de toute autre cause se rapportant

[1] 1 yard = 0,835 mètre carré. — 1 shilling = 1 fr. 25.

Digitized by Google

aux moteurs, aux fils conducteurs et d'une manière générale à son contrat d'éclairage. En cas d'extinction, le gaz sera allumé aux frais de l'adjudicataire.

Les payements auront lieu tous les trois mois, le premier trimestre restant en garantie de la bonne exécution du contrat. Les devis doivent mentionner les coûts de l'installation et de l'entretien de l'éclairage séparément. Les soumissionnaires devront envoyer des devis séparés pour chaque district, la Corporation se réservant de leur adjuger tel district qu'elle jugera convenable. Les soumissions seront, sur des formes spéciales, fournies par la Corporation.

Éclairage des phares. — Le Comité chargé de la conduite des expériences sur le mode d'éclairage des phares s'est rendu, il y a quelques jours, au phare de South Foreland pour s'entendre finalement sur les dispositions définitives concernant les expériences projetées.

Après une inspection des machines et appareils destinés aux expériences, des postes d'observation sur la terre ferme ont été choisis à 5 kilomètres de distance, et sur lesquels des expériences comparatives sur les puissances lumineuses de divers illuminants tels que huiles, gaz, électricité, auront lieu, de nuit, et particulièrement par des temps de brouillards. Ces expériences dureront plusieurs mois.

Trois tours en bois ont été érigées sur les falaises, et seront destinées respectivement : la première aux expériences sur les foyers électriques, expériences pour lesquelles un matériel électrique vient d'être installé; la seconde aux expériences sur les foyers à gaz préconisés par M. Wigham, tels qu'ils sont employés sur les phares de la côte irlandaise; la troisième aux expériences sur les foyers à huile employés par le *Trinity House*, et perfectionnés par sir James Douglas, l'ingénieur du *Trinity House*.

Le Comité est composé des membres suivants: Sir Sydney Webb, *Trinity Master of the Trinity House;* capitaine Goyan, capitaine Nisbet, capitaine Burne, capitaine Weller, M. J. Inglis, M. Price Edwards et sir James Douglas.

Le service maritime a été averti de l'établissement des tours et de la conduite des expériences et invité à faire des observations personnelles et d'en communiquer les résultats à la Commission.

Des essais comparatifs de foyers électriques, conduits par le professeur John Tyndall et M. J. N. Douglas, ont eu lieu en 1877, quatre systèmes de machines ayant été employés : Holmes, Alliance, Gramme, Siemens ; et l'on se souvient que la question à l'étude a été la cause, l'année dernière, de la démission du professeur Tyndall de son poste de conseiller scientifique du *Board of Trade*.

Digitized by Google

Le phare de Galley Head, récemment érigé, est du système à gaz préconisé par M. Wigham, lequel prétend que ce mode d'illuminant est encore à son enfance, étant donné ce qu'on a le droit d'en espérer.

L'appareil se compose de 32 lentilles à quatre rangs et de huit à trois, le tout formant un octogone de 4 mètres de hauteur. Chaque lentille a 0m,94 de hauteur et 0m,75 de large. Les lentilles sont montées en cercles concentriques et sont de fabrication française.

Le foyer est composé de quatre brûleurs de 68 jets chacun ou 272 jets, d'une puissance lumineuse de 1253 candles par groupe, soit 5012 candles au total.

La puissance optique lumineuse de la flamme de 4 mètres de haut ainsi obtenue est destinée à 1 090 000 candles. Ce foyer, le plus puissant actuellement connu, est parfaitement visible par les brouillards épais.

En cas de beau temps, un seul des quatre groupes est allumé et suffit. Le gaz est produit sur place au moyen de *cannel-coal*, les appareils de distillation, réserves, etc., étant en nombre suffisant pour prévenir toute interruption accidentelle. De plus, des lampes à huile du type employé par le *Trinity House* sont en permanence, prêtes à être employées dans le cas peu probable d'un arrêt complet de la production du gaz, et peuvent être en plein fonctionnement en moins d'une demi-minute.

Un autre foyer très puissant est en cours d'érection à New Island.

La « Telephone Company of Ireland ». — La Compagnie des Téléphones de l'Irlande fait une émission de 1 875 000 francs d'obligations pour faire face au développement de ses affaires croissantes.

Cette Compagnie, fondée en 1882, au capital de 6 250 000 francs exploite, par concession de la « *United Telephone Company* » toute l'Irlande à l'exception de la province d'Ulster.

L' « exchange » de Dublin, lequel n'a guère fonctionné que depuis un an, compte près de 500 abonnés, rapportant environ 150 000 francs par an tandis que les abonnements par fils privés rapportent plus de 25 000 francs par an.

La Compagnie, qui n'exploite encore que Dublin, est en pourparlers avec le Ministre des Postes pour la négociation de licences pour l'exploitation des autres villes importantes d'Irlande, et espère obtenir des conditions plus avantageuses que celles que le Ministre voulait lui imposer, et qui sont plus onéreuses que celles accordées pour Dublin.

En attendant, le Ministre des Postes vient de consentir à l'extension du district de Dublin, sans les conditions de la licence existante, sur un rayon de 8 kilomètres, augmentant le champ d'opération de la Compagnie de 50 p. 100 du champ déjà exploité. J.-A. Berly.

Digitized by Google

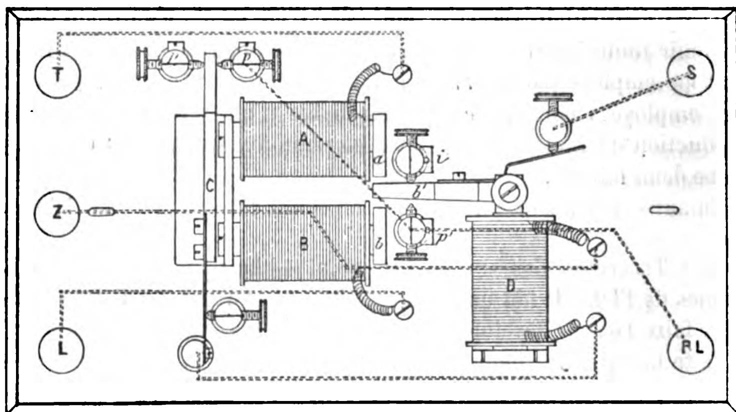
RAPPEL PAR INVERSION DE COURANT SANS AIMANT

SYSTÈME DUMONT, GRASSI, CABARET ET BEUX

Cet appareil affecte la dimension et les dispositions principales du rappel ordinairement employé sur les lignes télégraphiques; la modification importante qui a été réalisée consiste dans la suppression de l'aimant. Ce dernier a été remplacé par un électro-aimant.

Le nouveau rappel se compose essentiellement :

1° De deux électro-aimants solidaires A et B « dits de ligne » à une seule bobine et à un seul noyau et parallèles entre eux; les deux bobines sont enroulées en sens contraire.



Les 4 pôles déterminés sont accouplés par deux de nom contraire. Deux de ces pôles agissent sur une armature ordinaire C, comme dans les appareils télégraphiques en usage; les deux autres *a* et *b* sont prolongés de manière à se trouver à une très petite distance l'un de l'autre.

2° D'un électro-aimant à une seule bobine et à un seul noyau *dit local* D. L'un des pôles déterminés dans cet électro-aimant n'est pas utilisé. A l'autre extrémité du noyau s'articule une palette de fer doux *b'* qui constitue le second pôle et peut osciller entre les deux noyaux prolongés des électros de ligne *a* et *b*.

Supposons cet appareil installé dans un poste télégraphique intermédiaire et embroché, c'est-à-dire les lignes de gauche et de droite reliées aux bornes L et T. Si, par exemple, le poste correspondant de

gauche envoie un courant positif, ce courant traversera le rappel et ira chercher la terre dans le poste correspondant de droite.

Son passage dans les bobines A et B aura deux effets :

1° Attraction de l'armature C qui viendra au contact du butoir *p* et fermera le circuit de la pile locale sur l'électro-aimant D, ce qui déterminera dans la palette *b'* un pôle toujours de même nom.

2° Polarisation des extrémités *a* et *b* des noyaux de l'électro de ligne.

Si les pôles *a* et *b'* sont de noms contraires, la palette *b'* ne sera que plus énergiquement maintenue contre le butoir *i* et le poste intermédiaire ne ressentira aucun effet.

Mais si le poste de gauche envoie un courant négatif, la polarité des noyaux *a* et *b* sera intervertie et la palette *b'* repoussée par *a* et attirée par *b* viendra au contact du butoir *p'* et fermera le circuit de la pile locale sur la sonnerie du poste.

Cet appareil imaginé par le service télégraphique de la Compagnie de l'Est a figuré à l'Exposition de Vienne en 1883 et son usage va être étendu sur le réseau de cette Compagnie.

Nous publierons dans un prochain numéro le dessin d'un inverseur d'attaque qui forme le complément du rappel sans aimant, ainsi que le diagramme d'installation de ces deux appareils.

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 14 janvier 1884.

M. A. Ledieu présente une Note sur la *Généralisation et démonstration rigoureusement mécanique de la formule de Joule.*

M. *Faye* présente une Note de M. Wild : *Nouvelle méthode de déterminer l'inclinaison magnétique avec la boussole à induction.*

M. Larroque répond à M. *Blavier* au sujet de l'*Observation des courants telluriques* par une note dont voici les conclusions :

« ... En résumé, interprétant mes observations personnelles, je dis que l'intensité du courant tellurique subit des fluctuations secondaires dépendant du degré d'humidité et de la température de la bande terrestre comprise dans le circuit; que des forces électromo-

Digitized by Google

trices sont développées aux contacts; que les longues lignes sont exposées à des actions secondaires pouvant provenir de leur insertion sur des zones de signe électrique contraire, de l'induction électrostatique que la Terre peut exercer sur le fil, des vicissitudes atmosphériques lorsque la ligne est aérienne et nue, et de l'induction magnétique lorsque le fil est magnétique.

« La méthode suivie par M. Blavier pour éliminer ces diverses actions secondaires, et les résultats qu'il a obtenus et dont quelques-uns, très intéressants, m'ont été obligeamment communiqués, sont hors de cause.

« Mais il existe une autre méthode, plus pratique, à mon sens, qui consiste à observer sur des lignes très courtes, lesquelles ont l'avantage de pouvoir être installées dans le local même d'un observatoire. Un réseau de quatre ou cinq lignes de quelques mètres de longueur, rayonnant autour d'un point et abritées sous un hangar ou dans une cave, répond à tous les besoins (un physicien italien, M. Galli, a fait une tentative dans ce sens). Dans ces conditions, les actions secondaires sont éliminées en grande partie, et l'on a tout avantage à se servir d'un fil très peu résistant et non magnétique. Ce dernier détail a, je crois, son importance lorsqu'on se propose de rechercher si les courants telluriques sont la cause ou l'effet du magnétisme terrestre. »

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance mensuelle ordinaire du 6 février 1884.

La première séance mensuelle ordinaire aura lieu le mercredi 6 février prochain, à huit heures et demie du soir, dans la salle des séances ordinaires de la Société de géographie, 184, boulevard Saint-Germain.

Voici les questions techniques à l'ordre du jour de cette première séance :

Analyse d'un travail de M. Clausius sur la théorie des machines dynamo-électriques. — Note de M. Menges sur l'accouplement des machines dynamo-électriques. — Résumé des travaux de Clerk Maxwell sur les principes fondamentaux de l'électricité, par M. Lippmann. — Les appareils de mesure électrique, par M. J. Carpentier. — Les générateurs secondaires de MM. Gaulard et Gibbs. — Etude sur l'énergie potentielle, par M. D. Napoli. — Les accumulateurs et les transformateurs d'énergie électrique, par M. E. Hospitalier.

Digitized by Google

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 4 janvier 1884.

Sur la proposition du Conseil et en vertu de l'art. 4 des statuts, MM. Edlund et Graham Bell sont nommés, à l'unanimité, membres honoraires de la Société.

M. le Secrétaire général annonce l'envoi d'un pli cacheté de M. Gravier, ingénieur à Varsovie.

M. le Président déclare le scrutin ouvert pour la nomination du vice-président, du secrétaire et pour le renouvellement partiel du Conseil.

Sont élus :

Vice-président : M. Marey;
Vice-secrétaire : M. Henri Becquerel.

Sont élus membres du Conseil pour une période de trois années :

Membres résidants : MM. Duffet, Mercadier, Violle, Wolf.

Membres non résidants : MM. Blondlot (Nancy), Cailletet (Châtillon-sur-Seine), Dufour (Lausanne), Tacchini (Rome).

Sont élus membres du Conseil pour l'année 1884 :

M. Pollard, en remplacement de M. Potier, nommé *président;*
M. Carpentier, en remplacement de M. Maurat, *archiviste-trésorier.*

M. le Secrétaire, en l'absence de M. Angot, rapporteur, donne lecture du rapport de la commission des comptes.

Les conclusions du rapport sont mises aux voix et adoptées.

M. le président Janssen, avant de quitter le fauteuil de la présidence, rend compte des travaux de la Société pendant l'année qui vient de s'écouler et annonce la distribution prochaine du premier volume de la collection dont la publication a été entreprise par la Société. Ce premier volume est consacré aux œuvres de Coulomb et est dû aux soins de M. Potier.

Après cette allocution, M. Janssen cède la présidence à M. Potier, vice-président de l'année précédente.

Digitized by Google

FAITS DIVERS

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE. — Conférence du 19 janvier. M. Marcel Deprez : Transmission de la force par l'électricité.

Depuis l'Exposition et le Congrès de 1881, M. Marcel Deprez a eu maintes fois l'occasion d'exposer au public ses théories sur le transport de la force par l'électricité, théories bien connues de nos lecteurs. Nous nous abstiendrons donc de les reproduire à nouveau, ne voulant retenir de cette conférence que la partie ayant trait aux nouvelles expériences de transport actuellement en préparation entre Creil et Paris, sur une distance de 51 kilomètres. Il s'agit de transporter une force de 200 chevaux-vapeur fournie par deux locomotives fonctionnant comme machines fixes. La vitesse de la dynamo-génératrice sera de 150 tours par minute seulement. Le travail recueilli sera de 100 chevaux, réparti sur trois machines devant produire chacune 35 chevaux environ. La force électromotrice initiale sera de 7500 volts. La ligne aérienne sera formée de fil de bronze silicieux de 5 millimètres de diamètre.

Un calcul très simple montre que l'intensité du courant nécessaire pour effectuer ce transport de 200 chevaux devra être de 20 ampères, si la f. e. m initiale est de 7500 volts.

La résistance du fil de bronze silicieux de 5 millimètres à la température ordinaire étant d'environ 1 ohm par kilomètre, et la ligne ayant 102 kilomètres (aller et retour), *la perte par échauffement de la ligne seule dépassera cinquante chevaux.*

Les rendements individuels de la génératrice et des réceptrices devront donc être particulièrement élevés, pour que le travail recueilli soit effectivement de 100 chevaux. La parole est maintenant à l'expérience, s'il nous est permis d'employer une figure chère à M. Prudhomme.

CHEMINS DE FER ÉLECTRIQUES. — La Banque des Pays-Autrichiens vient de conclure, avec la maison Siemens et Halske, une convention relative à la construction et l'exploitation d'une série de railways locaux électriques dans les deux moitiés de l'Empire. On établira en premier lieu les lignes viennoises, pour lesquelles la maison en question a obtenu récemment la concession provisoire. En attendant, une somme de 2 500 000 florins sera affectée aux travaux; deux tiers de ce montant seront fournis par la Banque et le reliquat par MM. Siemens et Halske. Le coût du réseau entier est estimé à 7 millions.

Le propriétaire gérant,
G. MASSON.

9889 — Paris, Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus.

Digitized by Google

APPAREILS ÉLECTRIQUES
PERMETTANT DE TRANSMETTRE ET DE RECEVOIR UN GRAND NOMBRE DE SIGNAUX A L'AIDE D'UN NOMBRE RESTREINT DE CONDUCTEURS

PAR MM. J. POLLARD ET J. BARBÉ

(3e ARTICLE[1])

Subdivision des signaux. — Pour accroître le nombre des signaux distincts possibles, sans augmenter celui des lignes, il faut faire intervenir l'ordre de passage des courants dans les divers conducteurs. L'application de cet artifice au cas de trois lignes permet de porter de 26 à 78 le nombre des signaux : nous allons d'abord indiquer une solution partielle qui a été mise à exécution avec un plein succès sur des appareils destinés à fonctionner dans un réseau d'avertisseurs d'incendie. Cette solution consiste à faire accuser par un signal complémentaire celui des récepteurs qui a été actionné le premier; autrement dit, on n'établit, dans ce cas, de distinction que pour la ligne qui est parcourue la première par un courant. Les nombres d'un seul chiffre significatif ne sont pas influencés; les nombres à deux chiffres se subdivisent chacun en deux signaux suivant que l'on commence par l'un ou par l'autre des chiffres; ceux à trois chiffres se subdivisent en trois, ce qui porte le nombre total des signaux de 26 à 54; résultat important, généralement bien suffisant.

Nous indiquerons plus tard les modifications apportées aux manipulateurs universels; il ne peut y avoir dès maintenant aucune difficulté à concevoir leur rôle et leur fonctionnement.

Pour faciliter l'exposition nous adopterons les désignations suivantes : les lignes, récepteurs, etc., correspondant aux centaines, dizaines et unités, seront affectés des indices A, B, C tout nombre représentant un signal sera suivi de l'indice de; la ligne ou du récepteur *actionné le premier*.

[1] Voy. l'*Électricien* du 1er février 1884, n° 68, p. 107.

Digitized by Google

Dans les premiers appareils on avait disposé au-dessus de chaque récepteur une fenêtre à travers laquelle pouvait apparaître l'indice correspondant A, B ou C. Le premier volet qui tombait agissait électriquement sur un électro-aimant spécial qui provoquait l'apparition de l'indice tout en *neutralisant* le fonctionnement des autres organes analogues, de telle sorte que l'indice du chiffre reçu le premier apparaissait seul et complétait ainsi le signal (fig. 16). La partie électrique de cette solution, bien qu'abandonnée aujourd'hui, est intéressante à décrire parce qu'elle fait mieux saisir les dispositifs ultérieurs.

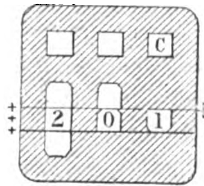


Fig. 16.

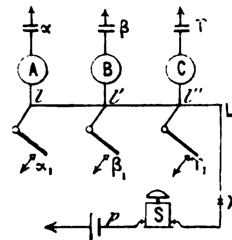


Fig. 16 *bis*.

Sur la figure 16 *bis*, A, B, C représentent les bobines de trois électro-aimants auxiliaires interposés entre les récepteurs et le circuit local de sonnerie ; α, β, γ représentent les mises à la terre du circuit local effectuées par le jeu des volets ; S est la sonnerie d'alarme, *p* la pile locale ; λ le point du circuit où le levier G (fig. 15) établit au repos la continuité du circuit local ; α_1, β_1, γ_1, sont des mises à la terre du circuit local obtenues par le déclenchement des armatures des électro-aimants A, B et C.

Lorsque le premier courant parvient dans l'un des récepteurs, celui des unités par exemple, il provoque aussitôt la chute de l'un des volets de ce récepteur et la mise à la terre du circuit local en γ, à travers l'électro-aimant auxiliaire correspondant C. Son armature est déclenchée et ferme le contact γ_1, *définitivement*, ce qui met à la terre le circuit local sans passer par les électro-aimants auxiliaires ; ceux-ci sont désormais comme fermés en court circuit et neutralisés. La chute de l'armature de C a produit d'ailleurs l'apparition du signal complémentaire C (fig. 16).

Digitized by Google

Dans les appareils récents, on a abandonné la rangée des fenêtres à indications complémentaires, pour ajouter, à la droite des trois récepteurs proprement dits, un quatrième récepteur identique en tous points, au moins extérieurement. Ce *récepteur complémentaire* porte sur ses volets les indications A, B, C au lieu de 1, 0, 2, de telle sorte qu'au repos on voit 0 0 0 B ; lorsque le signal a commencé par le chiffre des centaines, le volet supérieur tombe et présente A à la suite du nombre ; lorsque le chiffre des dizaines est reçu le premier, le récepteur complémentaire reste immobile et présente B à la droite du chiffre des unités. Enfin la chute du volet inférieur et l'apparition de la lettre C correspondent au cas où le signal a commencé par le chiffre des unités.

Les deux bobines de ce récepteur complémentaire remplacent celles des électro-aimants A et C du système primitif qui vient d'être décrit ; la figure 17 indique ce que deviennent alors les

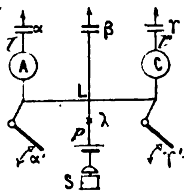


Fig. 17.

communications. La chute de l'un des volets des dizaines produit immédiatement la mise à la terre directe en β du circuit local et paralyse le récepteur complémentaire. Comme les noyaux des bobines A et C sont polarisés à la façon de celles des récepteurs proprement dits, il faut disposer les circuits convenablement, pour que le passage du courant local dans A et C, provoqué par la mise à la terre en α ou γ, produise bien la chute du volet correspondant. La figure 18 montre l'agencement des communications du récepteur complémentaire et des récepteurs proprement dits : le nouveau récepteur possède également deux jeux de godilles, celles qui sont figurées servent à établir, en α' et γ', les mises à la terre directes du circuit local.

La mise au repos du récepteur complémentaire se fait en

Digitized by Google

même temps que celle des autres récepteurs, puisqu'il est monté sur les mêmes organes.

On peut sans inconvénient se dispenser de tracer la lettre B ; elle n'est pas plus indispensable que le zéro du récepteur des centaines. Les nombres de trois chiffres, tels que 221, se subdivisent en 221, 221 A, 221 C suivant que l'on commence le signal par les dizaines, les centaines ou les unités.

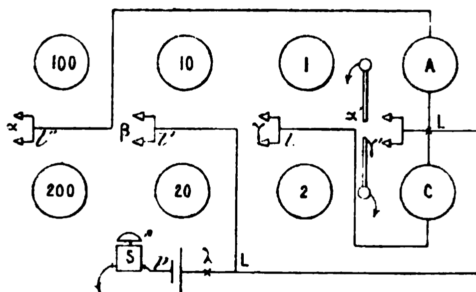


Fig. 18.

L'emploi du récepteur complémentaire permet de réduire le nombre des relais auxiliaires et des godilles du levier de sonnerie. La figure 19 se rapporte aux dispositions qui en résultent. G et *g*

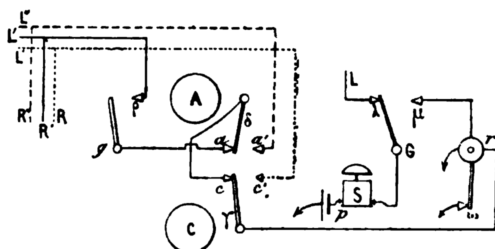


Fig. 19.

sont les deux godilles du levier de sonnerie ; δ et γ sont les deux commutateurs actionnés par les volets du récepteur complémentaire et qui n'avaient encore joué aucun rôle. Aux butoirs *a'*, *a* et *c'* aboutissent des conducteurs pris en dérivation sur les lignes entrantes se rendant aux électro-aimants récepteurs ; par exception la communication entre la ligne des dizaines et le butoir *a* n'est établie qu'après la réception du signal par la manœuvre du

Digitized by Google

levier de sonnerie. La godille inférieure γ est reliée au circuit du relais auxiliaire unique *r*, dont l'armature établit au repos le contact ω; les autres parties du circuit local sont conservées intégralement.

On peut facilement se rendre compte, sur la figure, que par le jeu du récepteur complémentaire au moment de la réception du signal et par la manœuvre ultérieure du levier de sonnerie, les bobines de l'électro-aimant auxiliaire ne sont reliées qu'à une seule ligne et précisément à celle qui a été traversée la première par un courant; il est donc sûrement actionné.

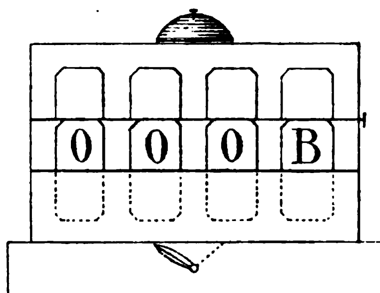


Fig. 20.

La figure 20 montre la disposition d'ensemble de l'appareil complet de réception. La sonnerie d'alarme peut faire partie de l'appareil ou en être distincte et installée dans l'endroit le plus avantageux pour que le signal sonore soit aisément perçu.

Les manipulateurs universels ont reçu également une modification qui permet de distinguer l'ordre d'émission des courants dans la composition préalable à l'aide du combinateur. Ce dernier possède une case complémentaire correspondant en tous points au récepteur complémentaire : en manœuvrant le bouton placé au-dessous on fait apparaître A, B ou C, de telle sorte que l'opérateur dispose le signal complet, comme si la 4ᵉ case était desservie par une ligne ordinaire.

Le commutateur actionné ainsi est plus complexe que les autres, il permet de réaliser d'un côté ou de l'autre la fermeture des contacts α' et γ' (fig. 21). Le manipulateur contient 5 conjoncteurs à fermer, au lieu de 3; les deux premiers rencontrés par la manette se rapportent aux chiffres des centaines et des

Digitized by Google

unités, mais ne peuvent fonctionner au passage de la manette que si l'un des contacts *a'* ou *c'* a été fermé par le bouton complémentaire du combinateur; les trois autres B, C, A, sont installés comme dans le manipulateur universel primitivement décrit.

Il en résulte que si le 4e bouton n'a pas été manœuvré, B apparaît à la 4e case du combinateur, la première ligne actionnée doit être celle des dizaines; ainsi *a'* et *c'* restant ouverts, A' et C' se-

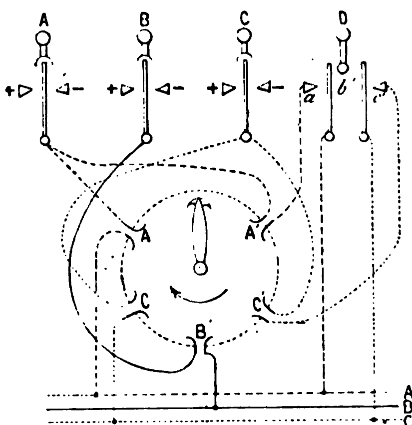


Fig. 21.

ront inutilement rencontrés par la manette. L'expédition des signaux ne commencera qu'en B.

Si au contraire on doit commencer par les centaines ou les unités, on aura manœuvré le 4e bouton et fait apparaître l'indication A ou C; le contact *a'* ou *c'* aura été fermé et au passage de la manette l'expédition du premier signal aura lieu pour A' ou C'.

Comme les lignes sont coupées dans le récepteur, aussitôt le signal acquis, il n'y a aucun inconvénient à ce que la manette passe sur C ou A après avoir provoqué l'envoi d'un signal sur A' ou C'.

Si l'on veut porter de 54 à 78 le nombre des signaux en complétant les indications relatives à l'ordre d'envoi des deux derniers chiffres dans le cas des signaux à trois chiffres significatifs,

Digitized by Google

le premier ayant été seul visé jusqu'ici, on devra ajouter un 5e récepteur dit *supplémentaire* et accusant par les indications A'B'C' la ligne qui a été parcourue *en dernier lieu*; de la sorte les six combinaisons possibles pour les nombres à trois chiffres sont bien caractérisées par les indications AB', AC', BA', BC', CA', CB'.

Le dispositif de l'électro-aimant supplémentaire mérite une description spéciale, bien que les circonstances n'exigeront que rarement son emploi.

Les bobines sont *différentielles* (fig. 22); leurs circuits parallèles sont établis en bifurcation sur un circuit local contenant

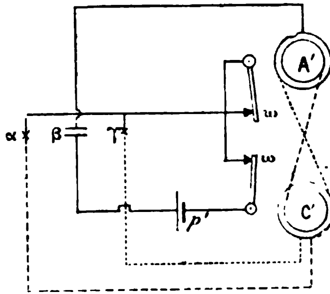


Fig. 22.

une pile spéciale p' : les récepteurs des centaines et des unités ont pour mission, lorsqu'ils accusent un signal, de couper les circuits partiels en α ou en γ, tandis que le récepteur des dizaines ferme au contraire, lorsque l'un de ses volets tombe, le circuit principal en β. D'autre part, le récepteur supplémentaire est muni de godilles dont le rôle est de couper en ω le circuit total dès que l'un des volets tombe.

Pour expliquer le fonctionnement de cet organe, nous allons considérer successivement les divers cas qui peuvent se présenter :

1° Le signal se *termine* par les centaines, par A' par exemple :

Si le premier signal est B, β est fermé aussitôt, les courants dérivés se paralysent dans le récepteur; le deuxième signal est alors C; γ est coupé et le circuit qui passe par α *est seul parcouru, le signal* A' *apparaît alors*.

Si le premier signal est C, γ est coupé aussitôt et son circuit

partiel supprimé; ensuite vient le signal B qui ferme β et provoque le passage du courant local dans le circuit partiel de α qui seul est continu : l'indication A′ est encore produite.

2° Il en est de même pour les signaux se terminant par le chiffre des unités; seulement l'indication supplémentaire est alors C′.

3° Si le signal finit par le chiffre des dizaines, l'arrivée des deux premiers chiffres a provoqué les ruptures des circuits partiels en α et γ; la fermeture ultérieure de β est sans effet; l'indication de repos B′ subsiste.

Il est à remarquer que tous les signaux d'un seul chiffre sont suivis forcément de l'indication supplémentaire B′, les signaux à deux chiffres reçoivent pour indication celle qui correspond à la ligne non attaquée. Ainsi,

210AC′ ou 210BC′.

Les modifications à apporter aux manipulateurs universels sont sans intérêt; il suffirait d'adjoindre au combinateur une cinquième case supplémentaire et de porter à huit le nombre des conjoncteurs parcourus par la manette. J. Pollard.

DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

DISTRIBUTIONS INDIRECTES
CLASSIFICATION DES TRANSFORMATEURS

(2e article)[1]

II. — Distributions indirectes.

Nous avons vu que, dans les distributions directes, quel que soit le système adopté, dérivation ou tension, il n'était pas possible d'utiliser le courant distribué dans tous les appareils de

[1] Voy. l'*Électricien* du 15 janvier 1884, n° 67, p. 60.

Digitized by Google

consommation variables par leur puissance, leur nature et les applications qu'ils doivent recevoir. Un mode de distribution déterminé étant donné, il faut donc *transformer* le courant apporté chez le consommateur pour l'approprier aux différentes applications. Nous embrassons sous le nom général de *transformateur* tout appareil, quel qu'il soit, capable d'effectuer cette transformation. Le nombre des transformateurs déjà appliqués ou susceptibles de passer dans l'application est très grand; il sera plus facile d'en étudier les principes en les classant méthodiquement d'après les caractères des transformations qu'ils effectuent.

La première division à établir, la plus importante à notre avis, est basée sur le caractère d'instantanéité ou de non-instantanéité des deux phases de la transformation.

Nous appelons *transformateurs instantanés* ceux qui transforment immédiatement une énergie électrique d'une nature donnée en une autre énergie électrique différente par sa nature ou ses qualités, mais dont l'utilisation doit être *immédiate*, sous peine d'en perdre le bénéfice; la bobine de Ruhmkorff est le type des appareils de cette classe.

Nous appelons transformateurs *différés* ceux qui, bien qu'effectuant la transformation d'énergie instantanément, permettent l'utilisation ultérieure de cette énergie, après un temps variable plus ou moins long, mais théoriquement illimité. Les accumulateurs électriques figurent tout naturellement dans cette seconde classe.

A. — *Transformateurs instantanés.*

a. *Directs.* — L'exemple le plus simple qu'on puisse citer est la bobine d'induction et ses différentes variétés. Sous la forme ordinaire, elle constitue un transformateur recevant de l'énergie électrique sous forme de courants *interrompus*, ayant peu de tension et beaucoup d'intensité, et fournissant aux bornes du fil induit des courants alternativement de sens inverse, de haute tension et de faible intensité, propres à fournir des décharges dans l'air, à illuminer des tubes de Geissler, des tubes de M. Crookes, etc., etc. Les courants induits par un courant

Digitized by Google

inducteur interrompu jouissent de la propriété de n'être pas identiquement égaux en durée et en tension ; le courant inverse ou de fermeture a une durée plus longue et une force électromotrice moins grande que le courant direct ou d'ouverture. Le courant inducteur et le courant induit n'ont donc pas la même forme.

Lorsque le courant inducteur est *ondulatoire*, les courants induits présentent la même forme : cette propriété est utilisée dans tous les systèmes téléphoniques à bobine d'induction dans lesquels le courant ondulatoire modulé par le transmetteur ne parvient au récepteur qu'après avoir traversé une bobine d'induction qui augmente sa tension aux dépens de son intensité et lui permet de franchir aisément la résistance de la ligne. Enfin, le courant inducteur peut être produit par une machine à *courants alternatifs* : les courants induits sont aussi alternatifs, leur intensité et leur tension dépendent du rapport et des proportions relatives des circuits inducteur et induit, ainsi que de l'intensité du courant inducteur. Si le fil induit est long, on aura un courant de tension; s'il est gros et court, on aura un courant de quantité. Avec une série de bobines inductrices et induites, et la facilité de coupler ces dernières à volonté, comme on couple des éléments de pile, on pourra produire des courants de qualités variables à l'infini, appropriées aux applications qu'on a en vue. C'est là le principe des transformateurs, fort improprement appelés générateurs secondaires, de MM. Gaulard et Gibbs. Ce mode de transformation, expérimenté dès 1877 par M. Jablochkoff, a reçu quelques modifications dans ses dispositions de détail, modifications dont on ne pourra apprécier la valeur et l'importance que lorsque des mesures directes et précises auront fait connaître la somme d'énergie électrique fournie à chaque transformateur de borne à borne du circuit inducteur, et la somme d'énergie électrique disponible, de borne à borne, du circuit induit.

b. *Indirects*. — Tous les transformateurs instantanés directs sont fondés sur les forces électromotrices d'induction développées dans le fil induit par les variations du champ galvanique produit par le courant inducteur. Les transformateurs indirects passent

Digitized by Google

par un intermédiaire, le travail mécanique. Le principe consiste à utiliser le courant initial dans un moteur électrique et à employer le travail ainsi produit à actionner une seconde machine qui, suivant sa nature, produit des courants alternatifs ou continus, à haute ou à basse tension, à grande ou à faible intensité, etc., suivant les usages auxquels ce courant est destiné. C'est M. G. Cabanellas qui a proposé pour la première fois en 1881, l'emploi de ces transformateurs et leur a donné le nom de *robinets électriques*, nom justifié par l'ensemble des propriétés physiques dont jouissent ces transformateurs, et dont l'examen sortirait de notre cadre.

B. *Transformateurs différés.*

c. *Directs.* — Ces appareils encore en petit nombre sont restés jusqu'ici sans application directe, du moins au point de vue auquel nous nous plaçons. Les condensateurs électrostatiques et les bouteilles de Leyde en sont presque les seuls représentants. Ces appareils sont, en effet, des transformateurs différés directs, car ils emmagasinent l'énergie électrique d'une façon directe, sous forme de charge statique, et peuvent la restituer ensuite, après un temps plus ou moins long, sous forme de décharge. L'énorme volume qu'ils occupent, eu égard à leur capacité d'emmagasinement. suffit à en restreindre considérablement l'emploi industriel comme réservoir d'énergie, et à réserver exclusivement ces applications aux accumulateurs fondés sur les actions chimiques.

d. *Indirects.* — A cette classe appartiennnt tous les appareils susceptibles de recevoir une certaine quantité d'énergie électrique, de l'emmagasiner sous forme d'énergie chimique, en produisant la décomposition de certaines combinaisons chimiques qui, après un temps plus ou moins long, pourront, en se recombinant, fournir directement une quantité d'énergie électrique sensiblement équivalente à celle exigée par leur décomposition. L'accumulateur Planté est le type de ces transformateurs différés indirects. C'est, sans contredit, le transformateur le plus précieux et celui qui se prête le mieux aux combinaisons les plus variées.

Digitized by Google

L'accumulateur permet l'utilisation d'un courant continu d'intensité variable et son application ultérieure à la production à volonté de courants de haute tension ou de grande intensité. Il permet aussi, comme l'ont montré des expériences récentes de MM. Julius Elster et Hans Geitel, d'obtenir des courants relativement intenses avec les machines à frottement ou à induction si improprement dénommées machines statiques.

Les accumulateurs permettent encore d'obtenir la conservation d'un régime de débit continu avec une source de régime variable, telle par exemple qu'une machine magnéto ou dynamo-électrique actionnée par un moteur à gaz : ils jouent alors le rôle de régulateur ou de *volant électrique*, emmagasinant pendant les instants de production excessive pour restituer ensuite lorsque la production devient insuffisante.

Enfin, les transformateurs différés, par ce fait même qu'ils permettent de séparer la transformation de l'utilisation, facilitent une répartition convenable entre les régimes et les temps de production et de consommation.

Tels sont les différents moyens dont nous disposons aujourd'hui pour transformer l'énergie électrique, la modifier à notre gré et l'approprier à nos besoins.

Il nous reste à les comparer, à faire ressortir les avantages et les inconvénients de chacun d'eux, et à montrer dans quelle mesure ils peuvent quitter le domaine de la théorie ou du laboratoire pour passer dans celui de la pratique industrielle courante. Ce sera l'objet d'un dernier article. E. Hospitalier.

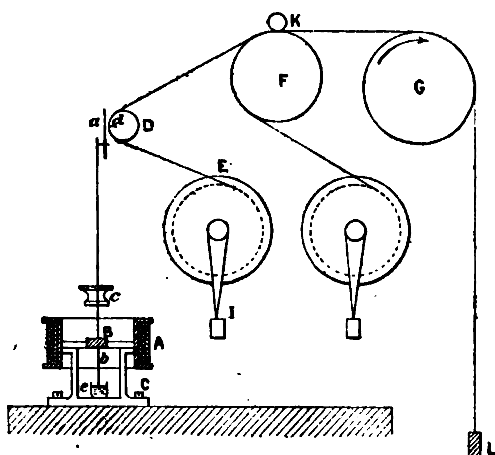
Société internationale des électriciens. — La première séance mensuelle a eu lieu le 6 février, à 8 heures et demie du soir dans la salle des séances de la Société de Géographie, 184, boulevard Saint-Germain. Après avoir procédé à la nomination des membres du bureau étrangers, et à l'admission de *quarante-et-un* nouveaux membres, la partie technique a été inaugurée par une très intéressante communication de M. *J. Carpentier* sur les appareils de mesure électrique, et une curieuse communication de M. *Gaulard* sur ses générateurs secondaires. Nous en rendrons compte dans notre prochain numéro. La prochaine séance aura lieu le mercredi 2 mars.

Digitized by Google

NOUVEAU GALVANOMÈTRE ENREGISTREUR

Il existe un grand nombre de galvanomètres, mais il y en a peu d'enregistreurs et il n'y en a aucun capable d'enregistrer graphiquement les courants très faibles.

J'ai construit l'appareil, que je vais décrire sommairement, dans le but d'étudier les courants fournis par les substances métaux, métalloïdes, composés binaires, etc., capables de s'oxyder à l'air ou de se transformer sous l'influence d'un autre agent, comme la potasse caustique au contact de l'acide carbo-



Galvanomètre enregistreur.

nique. Ce galvanomètre se compose de trois parties principales : le galvanomètre proprement dit, le système d'impression et le mouvement du papier. Il n'est autre que celui de *Bourbouze* ainsi modifié : l'aiguille verticale fixée au fléau porte un petit pivot horizontal sur lequel oscille une seconde aiguille (*a*), courte, très légère et équilibrée de telle sorte qu'elle reste toujours verticale malgré les différentes inclinaisons de la première ; au fléau B est fixée une lame (*b*) se mouvant dans un godet de mercure de façon à diminuer les oscillations. A est la bobine plate, C le support portant les plans d'acier sur lesquels repose

le couteau du fléau B. Un écrou (*c*) permet de faire varier la sensibilité de l'instrument.

L'inclinaison de l'aiguille du galvanomètre est marquée sur la génératrice horizontale (*d*) du cylindre D au moyen d'une série d'étincelles d'induction perforant une bande de papier, qui passe sur ce cylindre. Ces étincelles sont produites par une bobine de *Ruhmkorff* et jaillissent entre la petite aiguille et le cylindre qui est métallique; un des pôles de cette bobine communique avec le godet de mercure et l'autre avec ce cylindre, de telle sorte que la courbe du courant est inscrite par une série de petits trous dans le papier. On remarquera que ces étincelles jaillissent forcément sur la génératrice (*d*), car elle est toujours plus près de l'aiguille qu'aucune autre génératrice, le cylindre ayant un très petit diamètre. La bobine est actionnée par quatre batteries au bichromate; un mouvement d'horlogerie, mettant le papier en mouvement, fait fonctionnener un commutateur qui change tous les quarts d'heure la batterie en action. Le papier est en bandes de $0^{m},20$ de largeur et le 0 se trouve au milieu de la bande. J'ai adopté cette disposition parce que, dans mes expériences, j'ai remarqué que le courant change plusieurs fois de sens dans un temps assez court. La position de ces lignes est déterminée préalablement. Une bande non rayée est emmagasinée sur le cylindre E, un contre-poids I empêche son déroulement immédiat; de là il passe sur les cylindres D où il est perforé, F et G; ce dernier possède un mouvement uniforme de rotation au moyen du mouvement d'horlogerie dont j'ai parlé et l'adhérence du papier au cylindre est obtenue par du caoutchouc. Une seconde bande de papier rayé est emmagasinée sur le cylindre H et vient doubler la première en F de telle sorte que ces bandes passent ensemble entre le cylindre F et le rouleau encreur K; donc la première bande étant complètement encrée, l'encre traversera les trous de la bande supérieure et la courbe du courant apparaîtra en noir sur la seconde. Ces deux bandes sont tendues ensemble et tombent sous l'influence d'un poids L.

On voit clairement que ce galvanomètre peut être rendu aussi sensible qu'on le désire, puisque son système d'impression ne crée aucune résistance. G. de Montessus de Ballore.

Digitized by Google

LES APPAREILS NOUVEAUX
A L'EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ DE VIENNE

CHEMINS DE FER (*suite*)[1].

CHEMIN DE FER I. R. P. DE L'EMPEREUR FRANÇOIS-JOSEPH

Nous citerons, parmi les appareils exposés, un *poste télégraphique* complet pour station intermédiaire avec ligne de sonneries, des deux côtés, disposée pour correspondance Morse au moyen de courants affaiblis.

Dans ces lignes passe un courant constant qui, lors de son interruption par un moyen quelconque, produit le déclenchement des électro-aimants et par suite le fonctionnement des sonneries.

Au lieu d'interrompre le circuit, on peut simplement insérer une résistance de 300 à 500 ohms, il en résulte un affaiblissement considérable du courant et les électro-aimants des relais fonctionnent seuls.

Cette disposition fort ingénieuse est due à M. Schönbach.

Le *signal de block système Krämer*, dont nous indiquerons plus loin les usages multiples, est formé d'un appareil optique et de pédales avec commutateur placés sur la voie.

L'appareil optique (fig. 1 et 2) se compose d'un aimant permanent M sur le pôle sud duquel sont fixés les noyaux E_1 et E_2 de deux électro-aimants M_1 et M_2. Le pôle nord est prolongé par une pièce T, mobile autour d'un axe horizontal. L'extrémité inférieure *b* de cette pièce, est normalement au contact de l'un des noyaux E_1 ou E_2; l'autre extrémité *a* porte un disque C peint en rouge.

Le fil des bobines M_1 et M_2 est enroulé, sur chacune d'elles, dans un sens opposé; de sorte que sous l'action d'un courant envoyé dans l'appareil, l'un des deux électros est renforcé tandis que l'autre se trouve affaibli. Il en résulte un mouvement d'oscillation à droite ou à gauche de la pièce polarisée T, et par suite

[1] Voy. l'*Électricien*, du 1er janvier 1884, n° 66, page 19.

Digitized by Google

du disque C qui apparait ou non à la fenêtre B pratiquée dans la face antérieure de la boîte en fer-blanc qui recouvre le tout.

Pour la nuit, une lanterne L est disposée de manière à donner un feu rouge ou blanc suivant que l'appareil est ou non à l'arrêt.

Le courant est envoyé dans cet appareil à l'aide d'un commutateur actionné par une pédale placée sur la voie.

Cette pédale A (fig 3 et 4) d'une longueur de 4m,80, est installée de telle sorte que, pendant le passage d'un train, il y ait toujours au moins une roue sur la pédale.

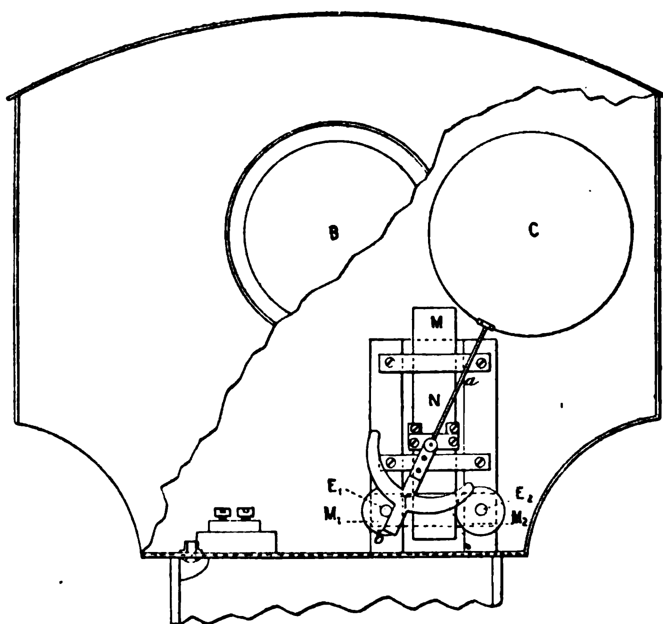


Fig. 1. — Vue de face.

La pédale repose, ainsi que le rail voisin D, sur quatre plaques J, sur chacune desquelles est fixé le support C, d'un arbre horizontal B, qu'un contrepoids E tend à faire tourner dans un sens tel que la pédale se trouve toujours à un niveau convenable relativement au rail.

Les mouvements de l'arbre B sont transmis mécaniquement à un commutateur spécial. Ce commutateur, enfermé dans une

Digitized by Google

boîte en tôle, est formé d'une bascule en laiton qui s'incline à droite ou à gauche, suivant le sens de rotation de l'arbre B. Dans son mouvement, cette bascule interrompt et établit le contact à l'aide de ressorts *ad hoc*.

Un courant de sens convenable est ainsi envoyé dans l'appareil optique.

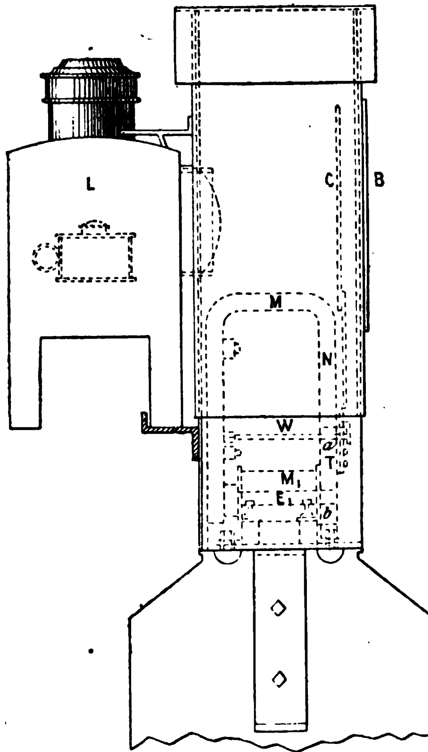


Fig. 2. — Vue de côté.

Cet appareil peut être employé :

1° Comme signal avancé à l'entrée des gares;

2° Comme signal de *Block-system*.

3° Comme signal d'arrêt pour pont tournant ou pour tunnel.

La figure 5 représente un schéma d'ensemble de cette dernière application faite au tunnel de Prague (ligne du Kaiser Franz

Digitized by Google

Josef-Bahn) d'une longueur de 1100 mètres, au mois de mai de l'année 1880.

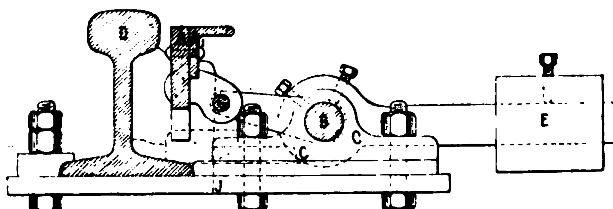


Fig. 3. — Élévation.

C_1 et C_4 sont les commutateurs de mise à voie libre du signal, C_2 et C_3 les commutateurs pour la mise à l'arrêt. Les commutateurs C_1 C_2 C_3 C_4 sont respectivement distants de 18 mètres, c'est-

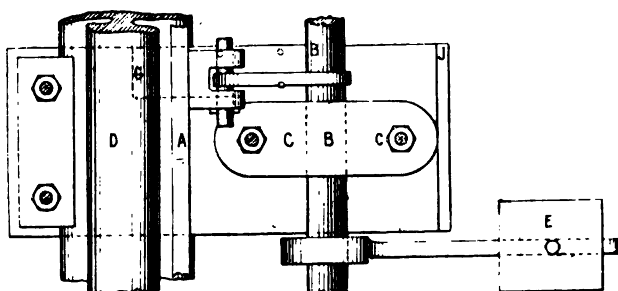


Fig. 4. — Plan.

à-dire d'environ la longueur de deux véhicules; de sorte que les quatre derniers essieux d'un train, circulant sur les pédales,

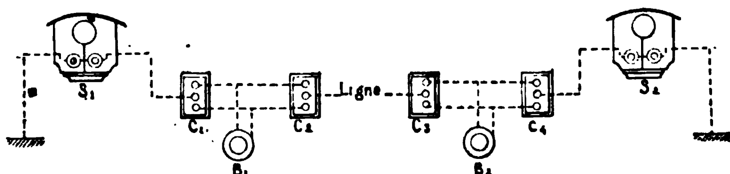


Fig. 5. — Schema d'ensemble.

dans n'importe quelle direction, donnent toujours au signal la position voulue.

Nous citerons enfin le *disque à distance, système Kaufmann*

Digitized by Google

Wensch, à transmission mécanique, avec contrôle électrique et rappel électrique au moyen duquel un agent de la gare commande au signaleur de mettre le disque dans la position nécessitée par les circonstances.

CHEMIN DE FER DU NORD I. R. P. DE L'EMPEREUR FERDINAND

En outre des appareils d'enclenchement pour manœuvrer des aiguilles et des signaux, en usage sur son réseau, la Kaiser Ferdinand Nordbahn exposait un appareil fort ingénieux connu sous le nom de *chronographe de Löhr*.

Le but de cet appareil est de mesurer la vitesse des trains, d'enregistrer les temps d'arrivée et de départ des trains d'une station, ainsi que la durée de la position des signaux et des aiguilles.

Ce chronographe comprend deux parties bien distinctes : l'appareil enregistreur et les pédales placées sur la voie.

L'appareil enregistreur (fig. 6 et 7) est actionné par un mouvement d'horlogerie dans le détail duquel nous n'entrerons pas. Ce mouvement d'horlogerie met l'arbre W de l'enregistrement en mouvement uniforme avec l'aiguille des minutes.

Au moyen des roues dentées S, h e_2, l'arbre W transmet le mouvement à un arbre o qui, en outre de la roue e_2, porte une roue e_1 ; ces deux roues engrènent respectivement avec les roues d'engrenages n_1 et n_2 calées sur les arbres d_1 et d_2 disposés dans le prolongement l'un de l'autre, et fixés sur les bâtis f_1 et f_2 mobiles autour de l'axe o.

L'arbre d_1 porte une roue p_1 sur la jante de laquelle on remarque 60 divisions en saillie; c'est la roue inscrivant les minutes. Une roue p_2, calée sur l'arbre d_2, porte en saillie les chiffres depuis 1 jusqu'à 12; c'est la roue inscrivant les heures.

La bande de papier P, de 0^m,070 de largeur, est entraînée par un cylindre C calé sur l'arbre W; comme en outre les roues p_1 et p_2 sont chacune suppportées par un bâti mobile, la roue p_1, d'un diamètre égal à celui du cylindre entraîneur C, s'appuie constamment sur la bande de papier.

Les deux arbres W et d_1 sont de plus reliés entre eux par les deux engrenages B et n_1.

Digitized by Google

Une petite poulie r, portée par le bâti f_2, roule sur le bord du disque S, également calé sur l'arbre W, et ne laisse la roue p_2 venir en contact avec le cylindre C, ou plus exactement avec la bande de papier P, que lorsque l'entaille c, du disque S, passe sous la poulie r.

Ce phénomène se produit à chaque tour du cylindre C et par conséquent toutes les heures. D_1 et D_2 sont deux rouleaux encreurs.

Le déplacement régulier de la bande de papier, qui doit glisser sur le cylindre C, est obtenu au moyen des deux poulies u fixées à l'extrémité des leviers doubles y mobiles sur les douilles j qui

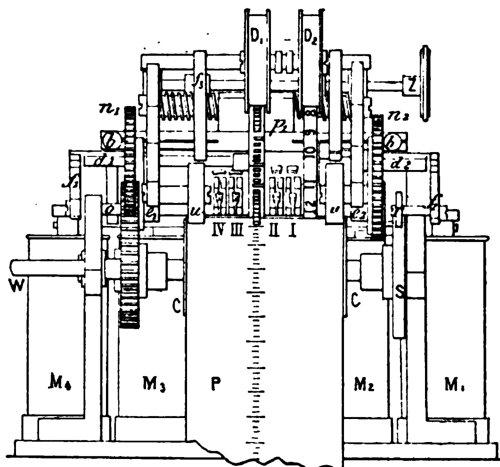


Fig. 6. — Vue de face.

leur servent d'axe. A l'aide du bouton molleté Z, on fait tourner l'arbre excentrique X qui agit sur les extrémités du levier y en soulevant les poulies u. Du même coup, les roues p_1 et p_2 se trouvent également soulevées, car le doigt i saisit les prolongements f_3 et f_4, des bâtis f_1 et f_2, supportant respectivement ces roues.

Les choses sont disposées de telle sorte que les aiguilles du mouvement d'horlogerie ne sont pas influencées sous l'action des modifications que l'on fait subir à l'enregistreur.

A côté des signes inscrits sur la bande de papier, et consistant

Digitized by Google

en traits distants de 2 millimètres et demi représentant les minutes, et en nombres inscrits à chaque heure, se trouvent ceux relatifs au contrôle que fournit l'appareil. Ces derniers sont obtenus au moyen d'un certain nombre d'électro-aimants ne faisant pas partie intégrante de l'appareil.

Les figures 6 et 7 indiquent la disposition adoptée par la compagnie pour contrôler la prise en pointe des aiguilles.

Les styles I et II, fixés à l'extrémité des armatures A_1 et A_2 des deux électro-aimants M_1 et M_2, sont affectés à l'une des voies; les styles III et IV se rapportent à l'autre voie.

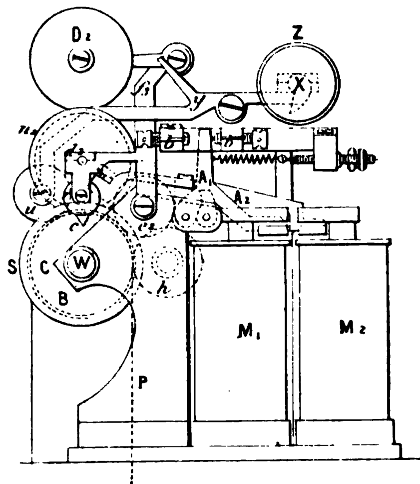


Fig. 7. — Vue de côté.

A chaque électro-aimant correspond un contact fixe, placé sur la voie et fixé au rail. Ce contact (fig. 8, 9 et 10), fixé au rail S par un patin P, se compose essentiellement d'un cadre *m n p q* dont les bras latéraux *m* et *n* sont fixés sur un arbre horizontal A. Sur cet arbre se trouve également un anneau à deux bras dont l'un *a* est constamment sollicité vers la droite, par le ressort à boudin F, et dont l'autre *b* porte un ressort de contact *f*.

Normalement la pièce *pq* du cadre se trouve à une hauteur correspondante à celle du rail. Dès que, sous l'action des roues

Digitized by Google

d'un véhicule, par exemple, *pq* est abaissé, le ressort *f* vient au contact du ressort *v*, fixé sur un support en bois, et relié électriquement à l'appareil enregistreur.

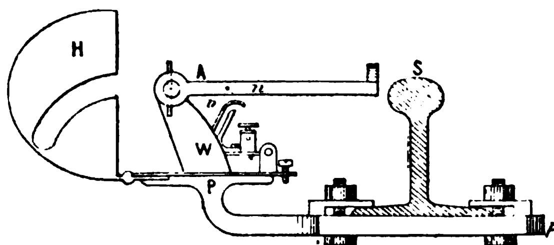


Fig. 8. — Élévation, vue de face.

Le courant étant fermé, le style correspondant inscrit sur la bande de papier autant de points qu'il passe de roues sur le contact. En marche très rapide, le style trace un trait continu;

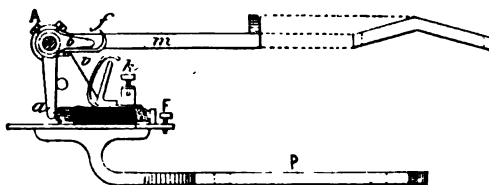


Fig. 9. — Vue intérieure.

il en est de même quand l'une des roues du tracé séjourne sur *pq*.

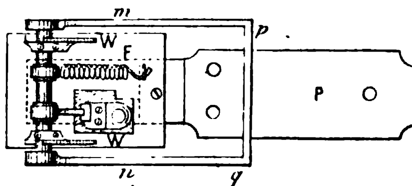


Fig. 10. — Plan.

L'appareil est protégé contre la poussière et l'humidité par un chapeau mobile.

Digitized by Google

On comprend aisément le fonctionnement de l'ensemble sans qu'il soit nécessaire d'insister davantage.

L'appareil que nous venons de décrire est établi depuis l'année 1879 dans la station de Weisskirchen, où il sert principalement à contrôler la vitesse de marche des trains qui circulent dans la direction de la station de Pohl, sur une section en pente de 4,2 pour 100 en avant de Weisskirchen.

On a installé dans cette station et à des distances de 1 kilomètre, trois contacts, intercalés dans un circuit commun aboutissant à l'appareil enregistreur.

A l'aide des signes inscrits sur la bande de papier on peut trouver aisément :

1° Le moment précis du passage d'un train sur chaque contact ;

2° La vitesse de marche en chaque point;

3° La vitesse de marche entre deux contacts successifs;

4° Enfin l'intervalle de temps écoulé entre le passage de deux trains qui se suivent.

L'entretien de l'appareil se résume à remonter le mouvement d'horlogerie et à changer la bande de papier quand le rouleau se trouve épuisé.

Depuis son installation, l'appareil n'a pas cessé de fonctionner d'une manière satisfaisante.

(*A suivre.*) L. Chenut.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Compagnies d'éclairage électrique. — Le nombre des compagnies d'éclairage électrique continue à diminuer, le procédé étant quelque peu lent, mais régulier et fatal. Le 10 décembre dernier avait lieu la vente de l'usine et du matériel de la *Duplex Electric Light, Power and Storage C°.*

Le 20 du même mois avait lieu la vente publique de tous les effets de l'*Electric Carbon, Storage, and apparatus manufacturing C° of Scotland.*

Le 5 février courant, le matériel de la *Maxim Weston Electric Light and Power C°*, subissait le même sort.

Digitized by Google

Peut-être cette dernière compagnie, qui s'est débarrassée d'un nombre considérable de matériel antique et tirée d'une position onéreuse, va-t-elle faire peau neuve comme la *Jablochkoff Electric Light C°*, laquelle doit bientôt liquider et se remonter immédiatement après sur des bases plus modestes et avec un programme plus pratique.

L'*Electric Sun Lamp C°* vient de refaire peau neuve. A son assemblée générale annuelle, le 22 janvier dernier, le Conseil d'administration, présidé par lord Brabourne, a donné sa démission en masse, et recommandé, en se retirant, un nouveau conseil composé de personnes plus aptes, à divers points de vue, que le Conseil démissionnaire, à faire valoir les intérêts de la compagnie. Une discussion assez vive a eu lieu pour savoir s'il y avait lieu de liquider ou de continuer, et l'assemblée s'est arrêtée à cette dernière décision. Nous souhaitons tout succès à cette compagnie dont le système, en tant que lumière obtenue, est un des très rares répondant aux données d'un éclairage pratique, et est appelé à un certain avenir.

Dans d'autres compagnies, qu'il n'est pas encore temps de nommer, les rats quittent le navire, ce qui est toujours mauvais signe, comme l'on sait. L'année 1882-1883, si néfaste qu'elle soit aux malheureux et trop confiants actionnaires, aura été une source de joie pour certains promoteurs, et conseils d'administration, l'un de ceux-ci ayant reçu, à notre connaissance, collectivement 35 000 livres, c'est-à-dire presque un million (875 000 francs), d'honoraires depuis la création de la compagnie jusqu'à ce jour.

CONTENTIEUX. — *Ollendorf* contre la *Metropolitan Electric Light and Power C°*.

Cette cause, perdue en première instance, venait en appel le 22 janvier. Le plaignant, un des nombreux actionnaires désappointés par les résultats financiers négatifs obtenus par sa compagnie, attaque celle-ci pour émission de prospectus frauduleux. Le prospectus de cette compagnie, issue de la Compagnie mère Brush et actuellement en voie de réamalgamation comme tant d'autres de ses créations, annonçait qu'elle avait le droit exclusif d'employer la machine et la lampe à arc Brush dans le district postal métropolitain, et le droit d'employer la lampe à incandescence Lane-Fox dans le même district.

Des concessions analogues avaient été accordées par la même compagnie mère à d'autres filiales, distribuées sur la surface du pays, et l'on se rappelle sans doute l'orage soulevé par la lettre de sir Charles Bright à l'*Electrical Review*, demandant comment la compagnie Brush pouvait accorder un droit qu'une autre compagnie, la sienne (*British*

Digitized by Google

Electric Light C°), avait déjà pour toute l'Angleterre par traité avec l'inventeur.

Les rédacteurs du prospectus en question étaient cependant mieux avisés qu'on ne pouvait le croire à première vue, et ainsi que le démontre l'issue du procès Ollendorf, le jugement de première instance ayant été confirmé en appel.

Le plaignant soutenait qu'il avait *compris* et *pensé*, d'après le prospectus, que sa compagnie allait avoir la licence exclusive pour l'usage de la lampe Lane-Fox, licence qu'une autre compagnie possédait notoirement.

Le lord chancellor l'a ramené à des idées plus saines lorsqu'il lui a signifié que pour toute personne raisonnable, lisant avec soin le prospectus incriminé, il y avait une distinction entre l'*usage* EXCLUSIF de la machine dynamo et l'*usage* de la lampe Lane-Fox, et qu'il n'y avait aucune preuve que le prospectus n'avait pas été émis de bonne foi et que, par conséquent, l'appel devait être rejeté et le plaignant condamné aux dépens.

La *J. B. Rogers's Electric Light a Power C°* et la *Saint-George Telephone C°* ont présenté, récemment, leurs pétitions pour la liquidation de leurs affaires. La seconde a été accordée, mais la première a été refusée, le juge décidant que cette compagnie n'était pas insolvable, quoique très gênée, et qu'aucune facilité ne devrait être accordée à cette compagnie, facilités qui pourraient amener une vente forcée d'un matériel d'une certaine valeur, racheté à vil prix par une nouvelle compagnie s'établissant sur les ruines de la première.

VILLES DANS L'OBSCURITÉ. — La grande ville industrielle de Bradford s'est trouvée, le mois dernier, dans l'obscurité la plus complète pendant deux nuits, par suite de manque de gaz résultant d'un accident. La ville de Limerick, en Irlande, vient de passer par la même épreuve à la suite d'une grève. Des soldats ont fait le service de l'usine jusqu'à ce que celui-ci ait pu être rétabli d'une façon satisfaisante.

BATEAUX ÉLECTRIQUES. — MM. G. Bogle et Cie, de Glasgow, viennent d'adopter les piles primaires et batteries de Clark, qu'ils ont montées récemment à bord de chaloupes, et de bateaux à fonds plats, de pêche et de chasse, appelés ici *punts*. Aux essais qui ont eu lieu récemment, la vitesse obtenue a été de 4 nœuds par heure, le bruit de la machine et de l'hélice étant nuls. Le bateau a 7 mètres de long, $1^m,35$ de large, il a 22 centimètres de tirant d'eau à l'arrière; il porte à l'avant un canon de 150 kilos. L'hélice tourne à 500 tours, elle est

Digitized by Google

à 2 bras et, avec l'une des 2 batteries seulement en action, donne une vitesse de 3 nœuds.

Éclairage de trains directement par l'électricité. — La compagnie du chemin de fer du Metropolitan District conduit, depuis une couple de mois, des essais d'éclairage électrique direct des trains au moyen d'une machine dynamo type Siemens, actionnée par un moteur à 3 cylindres et une petite chaudière verticale, le tout disposé provisoirement dans un wagon. 20 lampes Swan de 20 bougies sont distribuées dans les différents compartiments du train, et 30 autres, fixées dans le fourgon, brûlant constamment, représentant l'éclairage du reste d'un train qui pourrait être beaucoup plus long que le train d'expérience. Si les essais sont satisfaisants, comme il y a lieu de l'espérer, la machine à vapeur et la machine dynamo seront placées sur la locomotive, la chaudière de celle-ci devant servir à actionner le matériel électrique, et l'éclairage s'effectuera, sans le secours d'aucun employé spécial, dans des conditions qui pourront rivaliser avantageusement au point de vue économique, avec l'éclairage actuel au moyen de lampes à huile.

Il est réellement à désirer et nous souhaitons de tout cœur que ces essais réussissent et amènent le résultat désiré, car de tous les progrès réalisés par les compagnies de chemins de fer, le moindre est certainement celui qui se rapporte à l'éclairage des trains; et il est peu de voyageurs qui n'aient éprouvé une sensation de désespoir en circulant dans des trains éclairés par des procédés dont les barbares pourraient être jaloux à juste titre. Tous les voyageurs se réjouissent à la pensée d'innovations aussi intéressantes.

L'Électricité dans les arsenaux. — La princesse Béatrice, la plus jeune des filles de la reine, a récemment rendu une visite officielle à l'arsenal de Portsmouth. Parmi les curiosités qui ont été soumises à son appréciation, les appareils électriques ont joué un rôle important. C'est ainsi que dans l'usine électrique elle a pu examiner, tour à tour, les procédés de galvanoplastie, de dorure, d'argenture et de nickelage, puis la machine dynamo-électrique *Victoria* (!) installée à l'arsenal pour l'essai des moteurs sphériques de MM. Heenan et Froude, et au moyen de laquelle on a alimenté un puissant foyer, pareil à ceux dont on se sert à bord des navires de guerre pour les explorations nocturnes.

La même machine fut employée, immédiatement après, à l'alimentation de 200 lampes à incandescence de 20 bougies environ. La visiteuse royale s'est retirée charmée, dit-on. J. A. Berly.

Digitized by Google

LA TÉLÉPHONIE A L'EXPOSITION DE VIENNE

Nous allons entreprendre, dans une série d'articles, la description des principaux appareils de téléphonie exposés à Vienne et qui n'ont pas encore été décrits dans ce journal.

Dans une exposition d'électricité, la place la plus importante appartient sans contredit aux machines dynamo-électriques et à l'éclairage. — La branche neuve, féconde et intéressante de la téléphonie vient ensuite. Quoiqu'en une année il ne puisse se produire de grands changements, nous trouverons cependant bien des choses à dire sur ce sujet.

La France occupait à elle seule le tiers de la Rotonde. Son exposition était la plus intéressante en télégraphie et en téléphonie. Les collections d'appareils téléphoniques apportées par le Ministère des postes et des télégraphes, la Société des téléphones, les maisons de Branville et Breguet contenaient à peu près tous les appareils historiques ou actuellement en usage.

Les appareils français, construits avec soin et avec goût, bien faits pour être placés dans n'importe quel appartement, tranchaient agréablement auprès des appareils allemands, qui sont tous de vrais meubles de cuisine. Les téléphones suédois et anglais sont bien faits, et, les premiers surtout, élégants; par contre, les appareils italiens sont assez mal construits. Le Ministère français et la Société générale des téléphones avaient exposé de grands commutateurs pour bureaux centraux. La Société téléphonique de Vienne (*Privat telegraphen Gesellschaft*) ne montrait pas ses appareils; le téléphone seul était en service aux auditions téléphoniques.

I. — Auditions téléphoniques.

La Société des télégraphes privés avait presque toutes les auditions. Pourtant, jusqu'à la dernière heure, elles avaient été attribuées à la Société des téléphones de Paris, qui avait déjà emballé le matériel nécessaire. On entendait l'Opéra le soir; l'après-midi, le concert du Club des patineurs; en même temps, un *quintet-carinthien* de l'Opéra alternant avec l'orchestre Drescher. Dans une autre salle, on pouvait entendre l'après-midi et le soir un homme chantant à Korneubourg, accompagné au piano par une dame qui était à Baden. Pour cela, une communication téléphonique était établie entre Korneubourg, la

Digitized by Google

Rotonde et Baden, sur une longueur de 87 kilomètres; les bruits d'induction étaient assez intenses.

Toutes ces auditions étaient payantes : 30 kreutzers dans la journée et 60 kreutzers (1fr,25) le soir. Aussi les postes que nous avions, dans la section française, reliés aux expositions de la Société des téléphones, Breguet, Ministère, de Branville, ont toujours eu beaucoup de succès. Une salle d'auditions spéciale était réservée à la cour.

M. Berliner, de Hanovre, avait obtenu une salle d'auditions pour réunir la Rotonde au concert de l'établissement Ronacher, situé à 4 ou 500 mètres, dans le Prater.

II. — Visite au bureau central des téléphones de Vienne.

La *Privat telegraphen Gesellschaft* n'ayant pas exposé ses appareils, nous avons voulu aller les voir en fonction. Nous avons été autorisé à visiter le bureau central, mais on ne nous a laissé voir ni le microphone, ni l'entrée des fils dans le poste.

Le réseau téléphonique de Vienne est divisé en 2 parties, rayonnant vers le bureau central, Maximilianstrasse (500 abonnés), et vers le bureau de la Bourse (200 abonnés); environ 700 abonnés en tout. Cinquante fils auxiliaires relient ces deux bureaux.

La plus grande partie des conducteurs sont aériens; l'exiguïté du système d'égouts de la ville n'ayant pas permis d'y poser facilement des câbles comme à Paris.

Les fils, en bronze silicieux, sont fournis par M. Lazare Weiller, d'Angoulême. Ils sont supportés par des isolateurs fixés sur des tiges à scellement simples (fig. 1) ou jumelées en rectangle (fig. 2) contre les murs des maisons. On voit jusqu'à cinq de ces rectangles sur le même côté d'une rue. A certains endroits, sur les trottoirs, on voit une sorte de borne-fontaine en fer : c'est un regard de ligne téléphonique souterraine.

La disposition des panneaux commutateurs du bureau central a quelque analogie avec celle du bureau de l'avenue de l'Opéra à Paris. Il y a deux panneaux adossés l'un contre l'autre; on circule tout autour, mais il n'y a pas de renvois de l'un à l'autre comme à Paris. L'installation a été bien faite par M. Schaeffler, constructeur, qui était venu auparavant visiter celle de Paris. L'entrée des fils a-t-elle lieu par des rosaces, comme à Paris? nous n'avons pu le savoir.

Chaque commutateur dessert 25 abonnés. Il y en a 20 pour les 500 lignes, et 2 pour les 50 fils auxiliaires allant à la Bourse. Une salle est préparée pour 300 autres lignes.

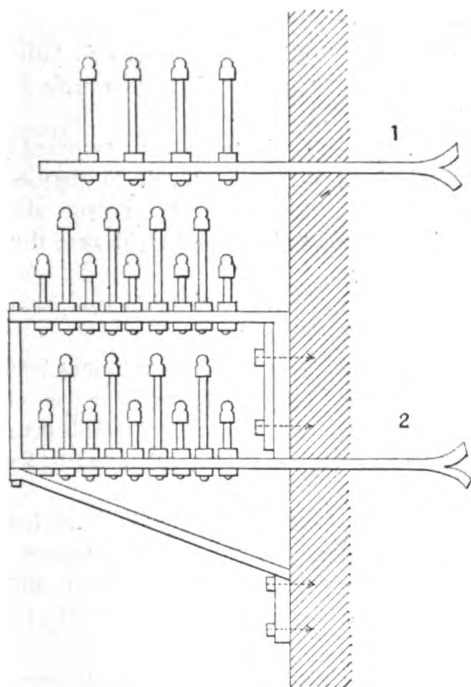
Digitized by Google

M. Schaeffler a adopté des commutateurs suisses : les connexions se font par des lames de cuivre au lieu de cordons souples.

L'installation nous paraît coûteuse et encombrante. Quoiqu'elle ne desserve que 500 abonnés, elle tient autant de place que celle de 1000 abonnés à Paris : à chaque commutateur de 25 abonnés, il y a plus de renvois qu'à Paris pour deux tableaux de 25.

La figure 3 représente le tableau 25-50.

On voit en tête les 25 annonciateurs, placés sur deux rangs (A).



Supports des lignes téléphoniques aériennes de Vienne.

Fig. 1. Supports à scellement simple. — Fig. 2. Supports jumelés

Au-dessous sont 10 lames de cuivre pour relier entre eux les abonnés du même tableau (B). — Les circuits sont à double fil. Derrière chaque tableau descendent 25 lames de cuivre verticales reliées chacune au premier fil d'un abonné. Lorsqu'on enfonce une fiche en un trou quelconque du tableau, on relie la lame visible dans laquelle est pratiqué ce trou à la lame invisible de ligne, qui passe derrière.

L'abonné prend la terre au bureau central. On la lui donne par

Digitized by Google

son premier fil lorsqu'il a appelé, en réunissant la lame verticale qu lui appartient à la lame T (terre). A cet effet, la téléphoniste du bureau central porte une fiche tenue par un cordon à sa taille. Elle enfonce cette fiche dans le trou voulu de la lame T. En même temps, en appuyant sur un des boutons de la rangée E, elle relie le second fil, qui arrive à l'intérieur de la boîte saillante, à l'entrée du microphone, c'est-à-dire à un bout du circuit secondaire de la bobine d'induction, l'autre bout étant à la terre. Elle maintient ce bouton E appuyé pendant tout le temps qu'elle parle à l'abonné, ayant décroché le téléphone pour le porter à son oreille.

Pour appeler un abonné, elle place sa fiche de taille dans le trou voulu et appuie sur le bouton d'appel de la rangée F qui se trouve sur la même ligne verticale.

Enfin, à la partie inférieure du tableau, se trouvent cent lames de cuivre divisées en deux panneaux G, H, le dernier incliné pour faciliter sa manœuvre. Ces lames sont les renvois allant aux autres tableaux; elles se retrouvent dans les 22 tableaux; il y a cinq lames pour chacun.

Étudions la manœuvre des 61 050 trous de ces commutateurs avec leurs 750 fiches et les 1100 boutons!

Supposons que l'abonné 26 appelle. L'avertisseur tombe (fig. 5). La téléphoniste met sa fiche de taille au premier trou de la lame T, appuie sur le bouton F, puis sur le bouton E qu'elle maintient abaissé, décroche en même temps le téléphone, qu'elle porte à son oreille, et parle au microphone.

Elle demande : *Welche nummer?* (quel numéro?) — L'abonné répond. Elle répète le numéro demandé pour montrer qu'elle a bien compris : *Hundert fünfzig* (150), par exemple; et elle raccroche le téléphone, abandonne le bouton d'introduction E et retire sa fiche de taille.

Alors elle prend la fiche marquée 26 de la rangée D, et la place dans le premier trou de la première des lames de renvoi de son tableau (lames non numérotées), si cette première lame n'est pas déjà utilisée. Puis elle va au tableau 125-150 prévenir la téléphoniste qu'elle a, sur la première des lames de renvoi 25-50, l'abonné 26, qui attend l'abonné 150. — Alors celle-ci appelle 150, le prévient qu'elle le relie à 26, et place la fiche 150 dans le dernier trou de la première des 5 lames marquées 25-50.

Une téléphoniste est chargée des deux tableaux de fils auxiliaires allant à la Bourse. C'est elle qui appelle la Bourse, toujours par le même fil, pour lui demander les numéros voulus.

Elle place d'abord, pour mémoire, dans la première lame verticale

Digitized by Google

disponible, et au croisement de l'une des cinq lames horizontales de renvoi venant du tableau qui demande la Bourse, une des fiches numérotées de 800 à 1000 qu'elle a dans un classeur auprès d'elle.

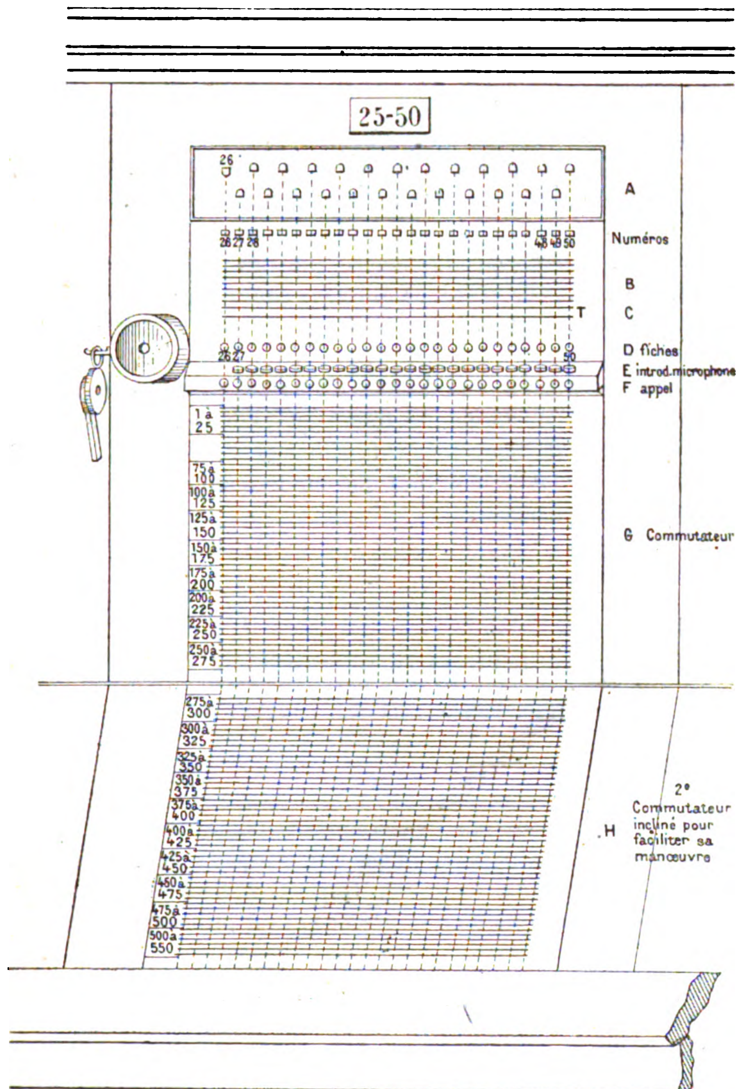


Fig. 3. — Bureau téléphonique central de Vienne (commutateurs).

Supposons que 330 demande 840.

La téléphoniste du tableau 325-350 met la fiche 330 dans la pre-

Digitized by Google

mière des cinq lames de renvoi qui vont de son tableau aux deux tableaux 500-525-550 qui font les renvois à la Bourse (si la première lame est utilisée, elle prend la deuxième). Elle vient annoncer que sur la première lame 325-350 se trouve le numéro 330 qui demande à parler au numéro 840.

La téléphoniste des tableaux de la Bourse met alors la fiche 840 (si elle n'est déjà occupée), dans la première lame venant de 325-350, et à son intersection avec la lame du premier fil de renvoi disponible. Alors elle prévient la Bourse, par le fil de service, que 330 est sur le fil auxiliaire 542, par exemple, où il attend 840. La Bourse fait le reste.

Ces lames valent peut-être mieux que des cordes souples, mais elles tiennent plus de place. Ce qui nous paraît être le plus pratique dans ce système, c'est la désignation des abonnés exclusivement par leurs numéros.

L'abonnement coûte 135 florins (277 francs) pour une distance de 2 kilomètres et 30 florins (63 francs) par kilomètre en plus. Nous n'avons pu avoir de renseignements statistiques sur le nombre des fils et leur longueur totale, non plus que sur le nombre de transmissions téléphoniques échangées.

(*A suivre.*) B.

RAPPEL PAR INVERSION DE COURANT SANS AIMANT

SYSTÈME DUMONT, GRASSI, CABARET ET BEUX

Dans notre numéro du 1er février 1884 (tome VII, page 140) nous avons consacré une note au rappel par inversion de courants sans aimant, de MM. Dumont, Grassi, Cabaret et Beux, et nous avons annoncé la description d'un inverseur qui est utilisé dans le montage des tables télégraphiques pourvues de ce rappel.

Cet inverseur d'un modèle nouveau est représenté figures 1 et 2; il se compose d'un disque d'ébonite qui porte à sa circonférence 3 contacts de cuivre sur lesquels appuient 5 frotteurs métalliques. Ce disque est constamment maintenu dans la position représentée figure 1 par un ressort analogue aux ressorts de barillets d'horloges.

Le bouton L ou de ligne est relié au contact *a* par la masse métallique du disque : on voit donc que, dans sa position normale, l'appareil établit les communications suivantes : L avec A ; M avec C, et

Digitized by Google

T avec Z ; c'est-à-dire : la ligne avec le manipulateur, le pôle + de la pile avec la borne correspondante du même manipulateur, et le pôle — de la pile avec la terre.

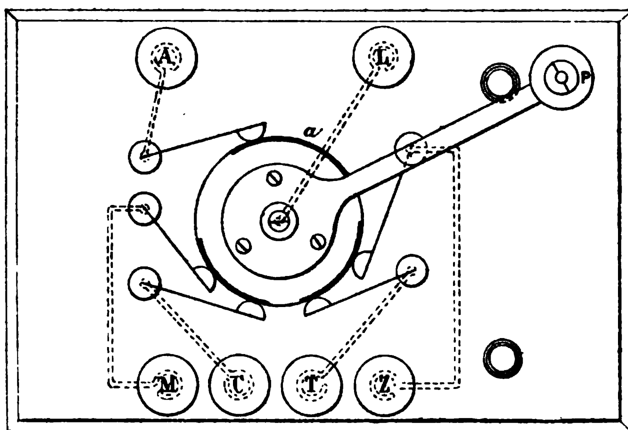


Fig. 1.

Dans ces conditions, si on fait jouer le manipulateur, le courant envoyé sera + ; et, si le montage des rappels du poste intermédiaire

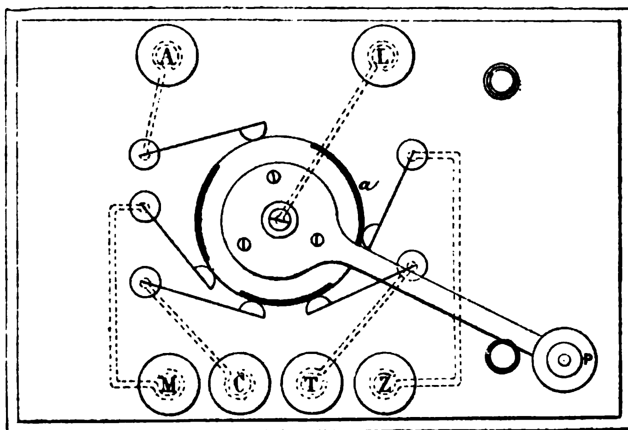


Fig. 2.

et du poste extrême d'arrivée est convenablement établi, le rappel de ce dernier poste sera seul influencé.

Mais vient-on à faire tourner le disque au moyen de la poignée P,

Digitized by Google

on met en relation le pôle — de la pile avec la ligne, et le pôle + avec la terre : un courant parcourt alors la ligne, agit sur le rappel du poste intermédiaire, et va chercher la terre dans le poste extrême d'arrivée, à travers le rappel de ce dernier poste qu'il ne fait pas fonctionner.

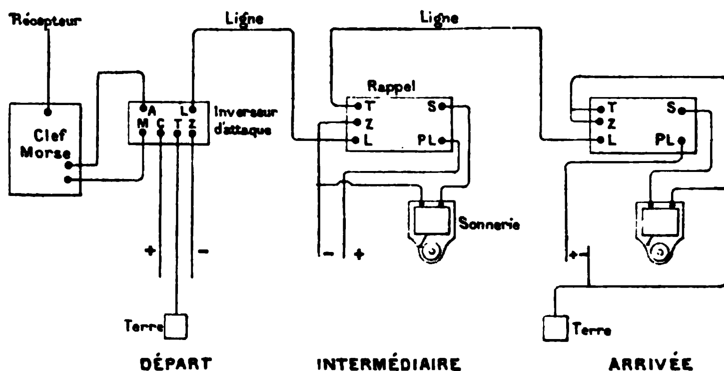


Fig. 3.

Dès qu'on abandonne la poignée P, le disque reprend sa première position.

Le poste intermédiaire ayant répondu à l'attaque qu'il a reçue et ayant coupé la ligne, on peut procéder à la transmission, qui s'effectue au moyen du courant +, ce qui est indifférent, puisqu'alors ce courant prend la terre au poste intermédiaire, et qu'il n'a plus à actionner d'appareils polarisés.

Le poste extrême d'arrivée a sa pile normale montée en —; mais les effets qui viennent d'être décrits se reproduisent de la même manière si les attaques viennent de ce dernier poste.

En créant cette disposition, on s'est proposé d'éviter les erreurs d'employés qui pourraient, après s'être servis de l'inverseur, oublier de le remettre dans la position normale.

Le diagramme (fig. 3) indique le montage partiel de 3 postes successifs munis de rappels sans aimant.

La Compagnie des chemins de fer de l'Est se dispose à appliquer ce montage sur un certain nombre de points : elle en a fait une expérience concluante entre ses gares de Paris, Pantin et Nogent-sur-Marne (ligne de Mulhouse). Constamment, Paris et Nogent ont à échanger des dépêches qui n'intéressent pas la gare intermédiaire de Pantin ; aussi, ce dernier poste reste ordinairement hors du circuit. Mais il arrive aussi fort souvent que Paris et Nogent aient besoin d'ap-

Digitized by Google

peler Pantin : l'adoption des rappels a donné une excellente solution de la question. Les trois gares ont économisé beaucoup de temps depuis qu'elles ont été pourvues de ces appareils.

LA LAMPE BOSTON

C'est sous ce nom que l'on connaît en Allemagne la lampe imaginée par M. Alex. Bernstein de Boston. L'inventeur s'était proposé de réaliser une grande surface de charbon incandescent sous une masse relativement faible. Il a obtenu ce résultat en recourbant en forme de

NUMÉROS DES EXPÉRIENCES.	AMPÈRES.	VOLTS.	LUMIÈRE.	VOLTS-AMPÈRES.
LAMPE N° 1. — 50 BOUGIES NORMALES				
1.	3,977	21,588	10,94	85,86
2.	4,120	22,286	13,91	91,82
3.	4,294	23,120	17,80	99,28
4.	4,450	23,880	22,02	106,27
LAMPE N° 2 (NOUVELLE). — 50 BOUGIES NORMALES				
5	4,869	25,894	33,98	126,07
6.	5,391	28,387	60,71	151,03
7.	5,885	30,445	91,87	177,34
8.	6,129	31,773	113,03	194,74
9	6,461	31,372	142,18	202,79
10.	6,854	33,018	195,44	226,31
LAMPE N° 4 (ANCIENNE). — 90 BOUGIES NORMALES				
1.	6,582	27,776	27,689	182,82
2.	6,988	29,291	37,896	204,68
3.	7,694	31,580	56,779	242,99
4.	8,360	33,805	88,600	282,61
5.	8,540	34,334	95,576	295,21
6.	9,251	36,528	138,960	337,87
1.	9,286	36,523	150,080	339,15
2.	9,657	37,673	180,200	363,81
3.	10,701	41,200	287,470	440,88
4.	11,226	43,349	344,420	486,64
5.	11,831	45,773	467,000	541,60
6.	»	»	616,520	»
—	»	»	Brûlée.	»

fer à cheval un tube de soie tissée à minces parois; ce tube placé dans un lit de poussier de graphite est ensuite convenablement carbonisé. Par suite de la faible épaisseur des parois le courant éprouve une résistance considérable et donne naissance à un effet lumineux intense à cause de la grande surface en incandescence. Le tableau de la page 179 renferme quelques chiffres obtenus par le professeur docteur *Kittler*, président de la commission de la 3ᵉ section de l'Exposition de Vienne sur la lampe Boston :

La lampe nº 2 a été poussée jusqu'à 200 bougies sans qu'elle eût à souffrir le moindre dommage. La lampe nº 4 a été brûlée par une intensité luminaire d'environ 616,52 bougies.

La lampe nº 2 est employée d'habitude sur le pied de 60 bougies; elle exige alors 151 volts-ampères, ce qui répond à 292 bougies par cheval électrique.

Si l'on compare ces résultats à ceux obtenus pour les lampes Maxim, Edison et Swan à l'exposition de Munich, on trouve :

Lampe Maxim.	=	109	bougies par	cheval-électrique.
— Edison A.	=	145	—	—
— Swan	=	175	—	—
— Boston.	=	292	—	—

La lampe Boston à égalité de lumière est donc plus économique d'environ 168 pour 100 que la lampe Maxim, de 101 pour 100 que la lampe Edison A, et de 67 pour 100 que la lampe Swan.

EXPOSITION ÉLECTRIQUE DE PHILADELPHIE

L'Exposition internationale électrique de Philadelphie, dont le programme nous parvient et qui sera tenue sous les auspices du *Franklin Institute*, ouvrira le 2 septembre et fermera le 11 octobre 1884.

Elle comprendra les sept sections suivantes :

Section I. — *Production de l'électricité.* — 6 classes :

1. Appareils pour l'électricité de haute tension.
2. Appareils hydro-électriques.
3. Appareils thermo-électriques.
4. Appareils magnéto-électriques.
5. Appareils dynamo-électriques.
6. Moteurs mécaniques : vapeur, gaz, eau, chaleur et vent.

Digitized by Google

SECTION II. — *Conducteurs électriques.* — 7 classes :

1. Fils télégraphiques.
2. Fils téléphoniques et câbles.
3. Circuits d'éclairage électrique.
4. Conduits souterrains pour conducteurs électriques.
5. Câbles sous-marins.
6. Matières isolantes pour conducteurs.
7. Joints et connexions électriques.

SECTION III. — *Mesure.* — 4 classes :

1. Mesures de dimensions.
2. Mesures de vitesse, force et énergie.
3. Mesures électriques.
4. Mesures photométriques.

SECTION IV. — A. *Applications de l'électricite. Appareils exigeant des courants électriques de forces électromotrices relativement faibles.* — 19 classes :

1. Télégraphes électriques.
2. Téléphones, microphones, photophones, radiophones.
3. Signaux d'alarme, — feu et voleurs.
4. Annonciateurs.
5. Horloges électriques et télégraphes horaires.
6. Appareils électriques enregistreurs.
7. Signaux.
8. Appareils électro-médicaux.
9. Applications de l'électricité à l'art dentaire.
10. Applications de l'électricité à l'art de la guerre.
11. Applications de l'électricité aux mines et explosifs.
12. Applications de l'électricité à la filature et au tissage.
13. Trappes et pièges électriques.
14. Applications de l'électricité aux appareils pneumatiques.
15. Applications de l'électricité aux instruments de musique.
16. Applications de l'électricité à l'écriture et à l'impression.
17. Jouets électriques.
18. Appareils de prestidigitation électriques.
19. Applications diverses des courants de faible intensité.

SECTION IV. — B. *Applications de l'électricité. Appareils exigeant des courants électriques de force électromotrice relativement considérable.* — 7 classes :

1. Éclairage électrique.

Digitized by Google

2. Électro-métallurgie.
3. Autres applications de l'électro-chimie.
4. Storage batteries et accumulateurs.
5. Moteurs électriques et transmission de force.
6. Freins électro-magnétiques.
7. Appareils divers nécessitant de forts courants.

Section V. — *Physique terrestre.* — 3 classes :

1. Électricité atmosphérique.
2. Magnétisme terrestre.
3. Appareils employés par le gouvernement pour les stations météorologiques.

Section VI :

Appareils historiques.

Section VII :

Enseignement et bibliographie.

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 21 janvier 1884.

Sur la conductibilité des dissolutions salines très étendues. — Note de M. E. Bouty, présentée par M. Jamin.

La conductibilité électrique des sels dissous dans l'eau varie avec la concentration d'une manière extrêmement complexe et différente d'un sel à un autre. On ne possède à cet égard ni la loi générale ni formule empirique d'une application quelque peu étendue. On conçoit *a priori* que cette conductibilité dépend à la fois de la nature chimique du sel, des hydrates qu'il est susceptible de former et de leur stabilité : l'expérience établit aussi qu'elle n'est pas sans relations avec quelques-unes des propriétés physiques de la dissolution, en particulier avec son degré de viscosité. Mais la part de ces diverses circonstances n'a pu être faite jusqu'ici.

Il m'a paru qu'il y avait lieu de simplifier d'abord le problème en ne considérant que des dissolutions de propriétés physiques iden-

Digitized by Google

tiques. J'ai donc pris des dissolutions tellement étendues que leur densité et leur viscosité se confondent avec celle de l'eau pure : leur conductibilité électrique est encore relativement énorme par rapport à celle de l'eau et se mesure aisément par une méthode électrométrique dérivée de celle de M. Lippmann.

En opérant ainsi, je n'ai pas tardé à reconnaître que la conductibilité des sels est liée à leur composition chimique par des lois d'une extrême simplicité. Je ne m'occuperai ici que des sels neutres.

Soient p le poids de sel contenu dans l'unité de poids de la dissolution, e l'équivalent chimique, c la conductibilité d'un cylindre liquide de longueur et de section égales à l'unité. Il y a pour chaque sel une valeur p_1 de p au-dessous de laquelle la conductibilité varie proportionnellement au poids du sel dissous; si l'on compare alors les conductibilités des divers sels entre elles, on reconnaît qu'elles sont en raison inverse de l'équivalent, et l'on peut écrire

$$c = k\frac{p}{e}. \qquad (1)$$

Le coefficient k est le même pour tous les sels neutres que j'ai étudiés.

Faisons dans la formule (1) $p = e$, c'est-à-dire considérons des dissolutions qui contiennent, sous le même volume, un équivalent des différents sels, c'est-à-dire le même nombre de molécules : la conductibilité c est la même pour tous. *La conductibilité moléculaire de tous les seuls neutres est la même.*

Pour les sels qui cristallisent anhydres, il est en général facile d'atteindre un degré de dilution tel que la loi se vérifie exactement $\left(\frac{1}{1000} \text{ à } \frac{1}{4000}\right)$; mais, pour les sels hydratés, il faudrait aller bien au-dessous de ces limites, et les nombres que je publie prouvent seulement que leur conductibilité se rapproche de plus en plus d'obéir à la loi à mesure que la dilution augmente.

Les expériences ont été faites en comparant les résistances de dissolutions contenant $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{4000}$ de sel dissous aux résistances de dissolution de chlorure de potassium de concentration identique. Le rapport de ces résistances, variable avec la dilution, doit, à la limite, se confondre avec le rapport ρ des équivalents.

Les tableaux reproduits dans les comptes rendus permettent de se rendre compte du degré d'exactitude de cette loi.

Les acides et les bases hydratées, les sels acides des acides polybasiques se comportent d'une manière particulière. Leur étude fera l'objet d'une prochaine communication. Je me propose de continuer

Digitized by Google

ce travail et d'étudier en particulier l'influence de la nature du dissolvant, celle de la température, etc.[1]

M. Berthelot insiste sur l'importance des résultats obtenus par M. Bouty. D'après la nouvelle loi qu'il fait connaître, la résistance électrique dans les solutions très étendues est déterminée par l'équivalent chimique des corps et non par leur poids atomique : c'est ce qui ressort des nombres obtenus avec l'azotate de plomb, comparé avec les azotates de potasse et d'argent, par exemple. Cette relation semble avoir quelque lien avec la loi de Faraday, qui porte également sur les poids équivalents et non sur les poids atomiques. Les poids équivalents sont donc la base des lois électro-chimiques, de même que de la plupart des lois physiques où interviennent les masses relatives des corps. Toutes ces lois deviennent plus obscures et plus compliquées lorsqu'on les exprime au moyen des poids atomiques.

Sur la répulsion de deux parties consécutives d'un même courant. — Note de M. Izarn, présentée par M. Berthelot.

L'expérience classique instituée par Ampère pour constater cette répulsion est ordinairement considérée comme peu démonstrative, parce que le petit équipage contient forcément, outre les deux parties horizontales qui flottent sur le mercure, d'autres parties faisant un angle avec elles. Mais personne, je crois, n'a encore fait observer que, si l'on retourne l'équipage de façon que le courant qui traverse le mercure soit obligé de revenir sur ses pas pour parcourir ces parties horizontales, celles-ci doivent être attirées au contraire, les effets sur les autres restant de même sens que dans le premier cas. Or, si l'on fait l'expérience, on remarque que, pour une certaine direction du courant dans le fil horizontal, c'est bien en effet ce qui arrive, tandis que pour la direction opposée il y a répulsion. Cette direction favorable est justement est-ouest si la cuve est orientée nord-sud. Il y a donc là une complication à laquelle il ne me paraît pas qu'on ait songé : c'est l'action du courant terrestre. Mais, s'il en est ainsi, rien n'est plus facile que de construire un système complètement astatique, l'équipage ordinaire ne l'étant que pour toutes les parties qui ne sont pas horizontales. Il suffit, pour cela, de rapprocher deux cuves pareilles et d'employer deux équipages identiques, parcourus en sens inverse par le même courant et solidaires l'un de l'autre. Avec cette disposition nouvelle, la complication disparaît et

[1] Les expériences ont été exécutées au laboratoire de recherches physiques de la Faculté des sciences de Paris.

Digitized by Google

le mouvement attractif se produit nettement, quoique peu énergique, quelle que soit la direction du courant employé. L'expérience d'Ampère démontre donc bien ce qu'elle a la prétention de démontrer, puisqu'ici les actions sur les parties faisant un angle avec le courant fixe sont de sens contraires à celles qu'il s'agit d'observer. D'ailleurs, si on la répète avec une cuve orientée comme il vient d'être dit, on reconnaît que la répulsion est bien plus vive lorsque le courant marche est-ouest dans la portion horizontale, la terre ajoutant son effet à celui que produit le courant lui-même.

Il n'est peut-être pas inutile de remarquer que toutes les expériences relatives à l'action des courants, de la terre et des aimants sur les courants peuvent être répétées ainsi sur de petits équipages flottants que chacun peut facilement imaginer et construire lui-même, et même avec de simples aiguilles à coudre posées à angle droit sur la cloison qui divise la cuve en deux autres, en ayant soin de faire monter les niveaux du liquide au-dessus du bord de cette cloison en profitant de l'action capillaire. Seulement il est souvent indispensable de disposer de petits crins ou de petits rails très légers pour guider l'équipage et l'empêcher d'aller se coller sur les bords, entraîné par la capillarité.

Il y a une autre précaution tout aussi importante à observer si l'on veut réussir à coup sûr toutes ces petites expériences : elle consiste à ne verser le mercure, dont on ne peut employer du reste que de très petites quantités, qu'au moment même de l'opération, en le faisant rapidement écouler d'un entonnoir que l'on a incomplètement bouché avec le doigt, et arrêtant l'écoulement avant que tout le liquide ait passé. Il suffit souvent de quelques minutes d'attente pour que le mercure se soit recouvert d'une couche infiniment mince d'oxyde, invisible, mais qui modifie énormément la tension superficielle et qui se dissout probablement dans la masse si on la reverse dans l'entonnoir pour remplir de nouveau la cuve.

Séance du 28 *janvier* 1884.

M. G. Cabanellas donne lecture d'un mémoire portant pour titre : *les Bases doctrinales et l'Avenir du transport de l'énergie.*

M. *Bouquet* présente une Note de M. Appel *sur la Distribution du potentiel dans des masses liquides limitées par des faces planes.*

M. Mascart envoie une Note *sur l'Action réciproque de deux sphères électrisées.*

Digitized by Google

Sur la pile Skrivanow (*modèle de poche*). — Note de M. D. Monnier, présentée par M. Jamin.

L'élément est constitué par une lame de zinc et par du chlorure d'argent enveloppé de papier parcheminé, plongeant dans une liqueur alcaline (75 parties de potasse caustique pour 100 parties d'eau).

L'enveloppe est constituée par une petite auge en gutta-percha qui peut être hermétiquement fermée. Les conducteurs et les contacts extérieurs sont en argent. L'élément complet pèse environ 100 grammes. La force électromotrice de cet élément est de 1,45 volt à 1,50 volt. Il peut débiter un courant de 1 ampère pendant une heure environ. Au bout de ce temps, il suffit de renouveler le liquide potassique.

Après deux ou trois renouvellements du liquide potassique, le chlorure d'argent doit être remplacé.

Sur les variations de la force électromotrice dans les accumulateurs. — Note de M. E. Reynier, présentée par M. du Moncel (voy. l'*Électricien* du 1er février 1884, n° 68, page 107).

Sur les causes: 1° de la production de l'électricité atmosphérique en général; 2° dans les orages; 3° dans les éclairs de chaleur. — Note de M. G. Le Goarant de Tromelin, présentée par M. Faye.

1. En recherchant dans la nature les forces capables de produire de l'électricité, j'ai été conduit à *admettre en première ligne le frottement de l'air humide ou sec contre la surface des terres ou des mers.*

Tout le monde connaît la machine hydro-électrique d'Armstrong. On sait que, lorsque la vapeur d'eau sort de la chaudière, cette dernière reste chargée négativement, tandis que la vapeur l'est positivement. Cette machine comporte une boîte remplie d'eau pour refroidir les tubes d'échappement. La vapeur, avant d'atteindre les ajutages de sortie, éprouve ainsi un commencement de condensation et sort mélangée de vésicules d'eau. C'est *une condition nécessaire.*

D'après les expériences de Faraday, le passage de la vapeur sèche ou d'un courant d'air sec ne dégage pas d'électricité, tandis qu'*un courant d'air humide donne le même résultat que la machine d'Armstrong*, mais à un degré moindre.

Il est vrai que M. Spring a trouvé, au contraire, que le frottement de l'air sec contre une boule de cuivre donnait un peu d'électricité, mais en quantité *incomparablement moindre* que dans l'expérience de Faraday. D'autre part, de nombreuses expériences ont prouvé que l'*évaporation seule de l'eau, même acidulée, ne produisait pas d'électricité.*

Mais, dans l'évaporation produite par le vent, il y a en plus *frotte-*

Digitized by Google

ment. C'est dans ce dernier travail mécanique que réside la source cherchée.

Le vent, en rasant la surface des mers, entraîne des particules aqueuses de la crête des lames, qui jouent ici le rôle du peigne de la machine d'Armstrong.

Les aspérités du sol jouent encore le même rôle, lorsqu'un vent humide vient à le frotter.

Ces molécules d'eau restent électrisées et montent dans l'atmosphère former les nuages, et, comme l'électricité se porte à la surface des corps, elle tendra à se répandre sur les surfaces atmosphériques les plus élevées, et je pense, comme M. Faye, que les cirrhus doivent retenir une grande partie de cette électricité.

N'y a-t-il pas une grande analogie entre les expériences de cabinet rapportées plus haut et l'opération immense des forces naturelles?

2. Cela posé, on peut donc concevoir qu'un nuage soit électrisé s'il s'est formé dans les conditions précitées (il n'en serait pas de même d'un nuage qui se serait formé par de simples vapeurs s'élevant le matin dans l'atmosphère).

Mais, pour que les éclairs se produisent, il faut qu'il y ait décharge entre le nuage et un autre point (terre ou nuage), tel que la différence de potentiel entre le point et le nuage, existant au moment considéré, soit suffisante pour produire l'éclair en question.

Or la distance à laquelle éclate l'étincelle dépend de *la pression électrique* et de la résistance mécanique que le milieu oppose à la décharge. Cette pression varie avec le carré du potentiel du nuage, sa forme, sa surface, la charge du nuage et sa distance au point spécifié.

Or, *l'énergie potentielle d'un nuage dépend de sa forme, de sa surface et de sa température. Lorsque ce nuage primitivement électrisé éprouve une transformation quelconque, condensation, congélation des vésicules aqueuses, etc., il absorbe une certaine quantité d'énergie qui doit se retrouver sous forme d'une augmentation d'énergie potentielle.*

Cette conséquence résulte du principe de la conservation de l'énergie et du principe de Carnot, dont M. Lippamann a su tirer un parti si remarquable.

Si donc on suppose que la charge d'électricité du nuage reste constante pendant un certain temps, une condensation, un abaissement de température augmentera le potentiel de sa masse.

Lorsqu'un nuage éclate, il est rare qu'il se produise sans manifestations électriques. *L'abondante condensation que l'on remarque devient la cause de l'augmentation du potentiel de la masse orageuse et, lorsque ce potentiel est suffisant, il y a décharge sous forme d'éclairs.*

Digitized by Google

D'ailleurs, le renouvellement continuel de la charge doit indiquer que la cause doit résider sans le phénomène orageux lui-même.

3. L'air étant diélectrique, la vapeur devient le réservoir naturel de l'électricité. Supposons un amas de vapeur d'eau *électrisée* en suspension dans l'atmosphère ; le soir, lorsque le soleil aura disparu, il s'opérera un refroidissement dans la masse nuageuse. Pour les raisons énoncées plus haut, son potentiel augmentera.

Or, si le potentiel arrive à un certain chiffre, les vésicules considérées isolément ne pourront conserver leur charge, c'est-à-dire qu'elle s'échappera dans l'atmosphère sous forme de décharges silencieuses.

Ainsi on calcule qu'à la pression ordinaire une petite sphère de 6/10 de millimètre ne peut conserver de l'électricité au potentiel que l'on obtient avec nos bonnes machines de cabinet.

En raison même de la petitesse du rayon des vésicules, on comprend qu'un nuage ne puisse conserver une charge à un potentiel dépassant un certain chiffre.

Telle serait la façon dont se produit le phénomène connu sous le nom *d'éclairs de chaleur.*

Comme, pour différents observateurs, ces lueurs se montrent à l'horizon, il est logique de penser qu'elles se produisent également au zénith, et qu'*elles ne sont pas le reflet d'éclairs des orages lointains*. C'est un phénomène analogue qui se passe lorsqu'un navigateur en marche voit toujours à l'horizon une bande de brume, tandis qu'il a un ciel clair au-dessus de sa tête. Ce n'est qu'une différence d'épaisseur de couches traversées par les rayons visuels.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 18 janvier 1884.

M. Vivarez fait connaître les propriétés des fils en bronze silicieux de M. Weiller et indique les avantages que présente leur emploi en télégraphie et téléphonie. Les cuivres du commerce ont des conductibilités électriques très variables suivant les proportions d'oxydule de cuivre qu'ils renferment. L'addition d'un métalloïde réducteur comme le silicium permet l'élimination de cet oxydule et rend le cuivre plus conducteur. En ajoutant au cuivre silicié l'étain qui le transforme en bronze, on communique à ce métal une grande résistance métallique à la rupture (45 kilogrammes par millimètre carré, au lieu de 28 kilogrammes), tout en conservant une conductibilité presque égale à celle

Digitized by Google

du cuivre pur (0,96). Au point de vue de la conductibilité, un fil de bronze silicieux de 2 millimètres de diamètre, pesant 28 kilogrammes au kilomètre, peut remplacer un fil de fer de 5 millimètres pesant 155 kilogrammes. Pour les téléphones, on emploie un bronze moins conducteur, mais d'une plus grande résistance mécanique.

Les fils de bronze peuvent donc être posés plus facilement que les fils de fer, avec des ligatures moins fréquentes et des supports moins nombreux. Ils ne s'altèrent pas comme le fer sous l'influence des agents atmosphériques et se recouvrent seulement d'une couche d'oxyde qui contribue à les isoler de leurs supports. Leur diamètre restreint diminue les chances d'accident par le vent et la neige ; enfin ils n'ont pas la sonorité incommode des fils de fer. Ces fils peuvent rendre des services particulièrement importants dans tous les cas où il faut combiner une grande légèreté avec une grande conductibilité, comme sur les longues lignes télégraphiques internationales et dans la télégraphie militaire.

FAITS DIVERS

PILE INCENDIAIRE. — Que ce titre ne soit pas pour vous une cause d'effroi. Il s'agit d'une nouvelle pile de M. Cloris Baudet, et nous nous ferions un scrupule de ne pas la signaler à la postérité. Et pour qu'on ne nous accuse pas de fantaisie, nous copions textuellement la partie du prospectus consacrée à cete pile mirifique.

« N° 6. — Pile impolarisable nouveau modèle à 4 réservoirs dite : PILE « INCENDIAIRE, pour tous les usages les plus énergiques : Force électromotrice : « 2700 unités (?) Résistance de l'élément : 0,07 unités. Intensité pendant « 150 à 200 heures : 12 ampères. Dépense du zinc, par heure, maximum « un demi-gramme. »

Rien que 12 ampères pendant une heure ou 43 200 coulombs avec un demi-gramme de zinc ! Excusez du peu, dirait Rossini. La théorie indique cependant qu'il faut au moins 15 grammes pour fournir ces 12 ampères pendant une heure.

Est-ce l'expérience de M. Cloris Baudet qui est en avance, ou la théorie qui est en retard ? Nous n'osons véritablement pas nous prononcer..... En attendant, nous nous permettrons de classer le susdit prospectus dans le carton consacré aux curiosités électriques ; il ne sera certainement pas la pièce la moins intéressante de la collection.

—

ESSAI DE TRANSFORMATION DES DÉCHARGES STATISTIQUES EN COURANTS PLUS OU MOINS CONSTANTS. — M. W. Holtz recherche dans ce moment un artifice pour trans-

Digitized by Google

former les décharges disruptives des machines à influence en courants plus ou moins constants. L'appareil dont il se sert pour ses expériences rappelle la machine électrique de *Ramsden*. Il se compose d'un plateau de verre circulaire que l'on fait tourner autour d'un axe central. Les mâchoires en fer à cheval, ou plutôt en U allongé, et munies de pointes métalliques de la machine électrique, ont été légèrement modifiées. Coupez la boucle demi-circulaire de l'U et terminez les branches par de petites sphères et vous aurez une idée nette de la forme des nouvelles mâchoires qui se trouvent simplement constituées, de part et d'autre, par une paire de lignes parallèles, armées de pointes et reposant sur des supports isolants.

M. W. Holtz met une paire de ces collecteurs en communication avec une machine à influence; l'électricité produite s'échappe par les pointes et s'étend sur toutes les parties du plateau tournant qui ne tarderait pas à se saturer et à se décharger en quelque endroit, si l'on n'avait soin d'établir en temps opportun la connexion électrique entre les deux branches de la paire de collecteurs restés isolés, au moyen de tubes de Geissler. Cet artifice permet de décharger complètement le plateau aux tours suivants, dans un temps plus ou moins long selon la vitesse qu'on imprime à la manivelle. M. W. Holtz pense que l'on pourrait rendre la décharge plus constante en donnant aux pointes collectrices la plus petite surface possible ou les construisant de manière à ce qu'elles ne soient que médiocrement conductrices, quitte à employer un grand nombre de plateaux semblables montés sur le même arbre de manière à recueillir cependant des quantités importantes d'électricité.

—

Mesure des foyers lumineux intenses. — La plupart des photomètres actuels demandent, lorsqu'on veut comparer une lumière intense à un étalon lumineux peu puissant, que cette lumière soit placée à une distance considérable de l'écran, condition qu'il n'est pas toujours facile de remplir. On peut tourner les difficultés par un artifice imaginé dès 1879 par M. D. Napoli, et dont les journaux allemands attribuent aujourd'hui la paternité au docteur Hammerl. Qu'on en juge par l'extrait suivant :

« Le docteur Hammerl emploie un moyen très simple pour affaiblir mécaniquement l'intensité d'une source lumineuse dans une proportion donnée, de manière à obvier à l'inconvénient qui vient d'être signalé. Il dispose, sur le passage des rayons qui tombent sur l'écran de l'appareil photométrique, un disque métallique animé d'un mouvement de rotation, et dans lequel on a découpé des secteurs qui laissent passer une partie seulement des rayons. Si la somme des angles des secteurs est, par exemple, de 180 degrés, la moitié de la lumière se trouvera interceptée. Trois secteurs suffisent pour donner une lumière uniforme avec une vitesse de rotation modérée. Par conséquent, pour réduire la lumière à un tiers, on emploiera trois secteurs de 40 degrés. Avec trois secteurs de 12 degrés, la lumière se trouverait réduite au dixième de sa valeur primitive.

« En employant deux disques munis chacun de trois secteurs découpés de

Digitized by Google

60 degrés, et placés l'un derrière l'autre sur le même axe, on peut les disposer, l'un par rapport à l'autre, de manière à obtenir une réduction d'intensité lumineuse aussi considérable qu'on le désire. »

Le plagiat est évident, et nous nous étonnons d'avoir trouvé l'extrait ci-dessus dans un journal industriel français.

—

Action de la lumière électrique sur les couleurs. — Dans une étude fort intéressante de M. Decaux, directeur des teintures des Gobelins et de Beauvais, nous trouvons les quelques renseignements qui suivent sur l'action de la lumière électrique sur les couleurs employées en teinture et en peinture à l'eau et à l'huile.

Le rapport de résistance des couleurs à la lumière du jour se constate par leur exposition simultanée ; mais il ne peut en être de même de leur exposition successive; ainsi un échantillon de tissu teint à l'acide picrique exposé pendant une journée soit en hiver, soit en été, soit par un soleil radieux ou sombre, donne des résultats complètement différents.

M. Decaux a donc été amené à chercher un agent lumineux constant dans son action, et le plus semblable possible à la lumière du jour.

M. Decaux pensa à l'arc voltaïque et commença des essais à l'aide de foyers Jablochkoff. Il ne put que constater l'action altérante de cette source lumineuse, sans pouvoir la proportionner au temps d'exposition.

De nombreux essais furent ensuite entrepris, à la fin de l'année 1880, aux deux phares de la Hève, près du Havre où, pendant un mois, M. Decaux exposa, dans chacun d'eux, plusieurs échantillons semblables pour contrôler les résultats. A $0^m,55$, l'action du foyer électrique d'une intensité de 90 carcels fut trop faible pour permettre d'en déduire des conclusions bien certaines.

En 1881, M. Decaux utilisa le phare central de l'exposition d'électricité, dont l'intensité était de 1000 carcels. Les essais furent exécutés à 0,30 du foyer, très rapidement et sous l'action d'une température de 80 à 90 degrés.

Comme aux phares de la Hève, M. Decaux fit usage, à Paris, de cartes recouvertes de tissu de laine teinte en trois couleurs dont deux, les plus altérables à la lumière, étaient le rouge d'éosine qui blanchit et le jaune d'acide pirique qui brunit. La troisième, certainement la plus intéressante, était le bleu de Prusse qui, dans les mêmes conditions, fonce légèrement.

En neuf heures, M. Decaux obtint une altération profonde des trois couleurs. Dans quelques expériences, les couleurs étaient roussies. Des tissus blancs ne furent que faiblement jaunis. Enfin, M. Decaux observa que dans la cage de l'appareil des disques de Fresnel, dans laquelle il était obligé de se tenir, la radiation lumineuse était moins énergique dans la partie moyenne, et que les résultats y étaient meilleurs.

Le bleu de Prusse et l'acide picrique, qui semblaient être plus roussis que l'éosine, ont été remplacés par le bleu de cuve d'indigo et le jaune de curcuma correspondant, pour l'altérabilité, aux deux couleurs auxquelles ils étaient substitués.

Digitized by Google

La conclusion de ces derniers essais a été qu'une exposition de quinze à vingt heures serait suffisante pour détruire les couleurs fugaces et produire un commencement d'altération sur les plus stables.

D'autres expériences faites comparativement dans la serre de M. Déhérain, au Palais de l'Industrie et dont il a été question dans cette publication, et au jour dans un jardin découvert de la rue Notre-Dame-de-Lorette, au mois de juin 1881, ont permis de conclure que l'action de la lumière électrique peut être considérée comme identique à celle du soleil et que, dans les conditions de l'expérience faite à Paris, elle est environ quatre fois moindre.

—

Les téléphones a Saint-Pétersbourg. — Il y a dix-huit mois, que la *Société Bell, de New-York*, a entrepris la pose d'un réseau téléphonique permettant de relier entre eux, et avec le centre de la ville, les quartiers de la capitale de la Russie.

Aujourd'hui, les principales usines du quartier de Vibourg du canal de ceinture, de Krestowsky et du vieux Pétersbourg ont des téléphones servant à communiquer avec les administrations de ces usines, situées au centre de la ville.

Il y a en ce moment 1500 verstes de fils aériens qui sillonnent la ville et qui permettent à 600 abonnés de parler entre eux. Toutes les grandes administrations de l'État, les ministères, les état-majors de l'armée, etc., sont reliés.

Les ministres de l'intérieur et de la justice peuvent transmettre des ordres directs et immédiats aux tribunaux, prisons, etc.

La ville, sillonnée de fils, a maintenant un centre absolu à la perspective Nevsky, où l'on a établit, en outre, une station ouverte au public permettant à tout le monde de communiquer avec les abonnés, moyennant 25 kopecks.

Le nombre des abonnés, qui est en réalité supérieur à 600, plusieurs locataires d'une même maison utilisant le même fil, donne en moyenne 15 800 communications par semaine.

Le téléphone fonctionne déjà à Moscou, à Odessa, et dans d'autres grands centres de la Russie, où il a été fort bien accueilli.

—

Expositions. — L'Exposition d'hygiène (*International health Exhibition*) qu doit être tenue du 1er Mai au 31 octobre 1884, sur l'emplacement de l'Exposition des Pêcheries, contiendra une section électrique importante, celle de l'Éclairage : groupe 3, classe 26, *Lighting apparatus*. Electrical apparatus for Illumination and Domestic use, Secondary Batteries, Electroliers, etc.

Le propriétaire gérant,
G. MASSON.

9889 — Paris, Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus.

Digitized by Google

LE COMTE TH. DU MONCEL

La science électrique vient d'éprouver une perte cruelle dans la personne de M. le comte du Moncel, mort subitement le 16 février, des suites d'une bronchite chronique dont rien ne faisait prévoir si tôt l'issue fatale.



Théodore-Achille-Louis du Moncel était né à Paris, le 6 mars 1821. Il manifesta de bonne heure un goût prononcé pour les sciences, car dès sa sortie du collège de Caen, il publia un *Traité de perspective mathématique* et un *Traité de perspective apparente*, qui le révélèrent à la fois comme mathématicien et

Digitized by Google

comme artiste. Après un voyage dans le sud et l'est de l'Europe, il fit paraître en 1847 un ouvrage intitulé : *De Venise à Constantinople à travers la Grèce*, mais il abandonna bientôt l'art et l'archéologie pour se consacrer entièrement à la science.

Des articles parus dans le *Journal de l'arrondissement de Valognes*, dès l'année 1852, furent l'origine de l'*Exposé des applications de l'électricité*, dont la troisième édition en cinq volumes forme aujourd'hui l'encyclopédie la plus complète que nous possédions sur les applications de l'électricité antérieures à l'année 1878. Depuis cette époque, la science électrique a marché à grands pas et le comte du Moncel a suivi ses progrès au jour le jour dans une série de volumes qui sont entre toutes les mains : *Le Téléphone*; l'*Éclairage électrique*; le *Microphone et le Phonographe*; l'*Électricité comme force motrice*.

A côté de ces travaux de vulgarisation, M. du Moncel a fait un grand nombre d'études théoriques sur l'étincelle d'induction, les électro-aimants, la conductibilité des corps médiocrement conducteurs, et imaginé un grand nombre d'appareils pratiques dont l'énumération seule tiendrait plusieurs pages de ce recueil.

En 1860, il fut nommé ingénieur électricien de l'Administration des télégraphes et occupa ce poste jusqu'en 1873. En 1874, il succéda à Roulin à l'Académie des sciences, et sa situation scientifique lui valut l'honneur de présenter à l'Institut, la plupart des belles inventions électriques produites pendant ces dernières années. Il venait d'être nommé vice-président de la *Société internationale des Électriciens* et mettait la dernière main à la seconde édition de son ouvrage sur l'*Électricité comme force motrice*, lorsque la mort l'a surpris...

Telle est, à grands traits, la vie de ce travailleur infatigable : l'œuvre du savant et du vulgarisateur est connue de tous, mais comment exprimer les qualités de l'homme privé, si sympathique, si accueillant, si bienveillant? Tout ceux qui, comme nous, l'ont approché, savent combien on trouvait auprès de lui de conseils, d'encouragements précieux, et garderont le souvenir de cet homme de bien dont la vie est un exemple.

Nous devons à l'obligeance de M. le docteur Cornélius Herz de pouvoir mettre sous les yeux de nos lecteurs un portrait de celui dont nous pleurons aujourd'hui la perte et dont nous voulons perpétuer le souvenir. En rendant ce dernier hommage à notre Maître, nous nous associons à la douleur de sa famille et lui offrons l'expression de notre respectueuse sympathie.

Digitized by Google

ÉTUDE GÉOMÉTRIQUE ET MÉCANIQUE

DES ÉQUIPAGES GALVANOMÉTRIQUES

(2e ARTICLE)[1]

2° Nous supposerons maintenant que l'instrument est muni d'un *aimant auxiliaire* dont les dimensions et la distance à l'équipage sont très grandes relativement à la longueur des aiguilles aimantées, mais comparables d'ailleurs avec la hauteur des équipages doubles. Cet aimant, pour fixer les idées, est monté sur une tige verticale au-dessus de l'instrument; il peut être orienté autour de l'axe vertical de rotation de l'équipage et peut être élevé ou abaissé le long de la tige. De cette façon, l'opérateur peut agir sur la direction du méridien magnétique apparent et sur les valeurs de l'intensité de la force directrice qui ne seront plus les mêmes pour les deux systèmes d'un même équipage double.

Nous commencerons par étudier l'influence de la présence de l'aimant auxiliaire sur la valeur de l'intensité magnétique à diverses hauteurs.

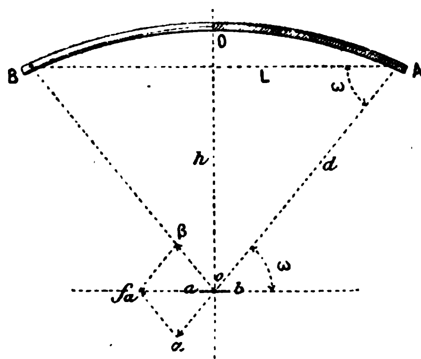


Fig. 4.

Soit (fig. 4) L la demi-longueur de l'aimant auxiliaire ou plutôt la distance entre ses pôles austral et boréal A et B; en général

[1] Voy. l'*Électricien* du 1er janvier 1884, n° 66 page 1.

L a une valeur voisine de 10 centimètres. Si m' est la masse magnétique concentrée en chacun des pôles, le moment magnétique est $M = 2m'L$. A une distance h, une molécule magnétique de masse m et de polarité australe, par exemple, est soumise à l'action de deux forces égales $o\alpha$ et $o\beta$ suivant Ao et Bo ; la résultante f_a est horizontale et a pour valeur

$$f_a = 2\frac{mm'}{d^2}\cos\omega = 2\frac{mm'}{L^2}\cos^3\omega \quad \text{et} \quad h = L\,\text{tang}\,\omega.$$

L'angle ω ne dépend que de $\frac{h}{L}$; en donnant à ce rapport diverses valeurs, on peut calculer la valeur correspondante de la force déviatrice f exercée par un aimant directeur, dont les pôles possé-

Fig. 5.

deraient des masses magnétiques égales à l'unité, sur l'unité de masse magnétique placée en o, par exemple à l'un des pôles d'une petite aiguille aimantée appartenant à un équipage.

$$\text{tang}\,\alpha = \frac{h}{L} = z \qquad y = f = A\cos^3\alpha = A\frac{1}{\left(1+\frac{h^2}{L^2}\right)^{\frac{3}{2}}} = \frac{A}{(1+z^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

Digitized by Google

Voici un tableau des valeurs calculées correspondant au graphique de la figure 5.

$\frac{h}{L}$	μ	$\frac{h}{L}$	μ
= 0,00	= A × 1,000	= 2,50	= A × 0,051
0,25	0,912	2,75	0,040
0,50	0,715	3,00	0,032
0,75	0,510	3,25	0,025
1,00	0,352	3,50	0,021
1,25	0,240	3,75	0,017
1,50	0,168	4,00	0,014
1,75	0,125	4,25	0,012
2,00	0,089	4,50	0,010
2,25	0,067	4,75	0,008

Le point d'inflexion correspond à $z = \frac{1}{2} y = 0,715$.

Considérons maintenant une petite aiguille aimantée soumise à l'action de la terre et à celle d'un aimant auxiliaire de dimension et aimantation connues, L et M et situé au-dessus d'elle à une hauteur h ; grâce au tableau précédent ou au graphique on peut calculer le moment du couple magnétique produit par l'aimant auxiliaire sur la petite aiguille ; il se combinera avec celui du couple terrestre dont la valeur est aussi connue.

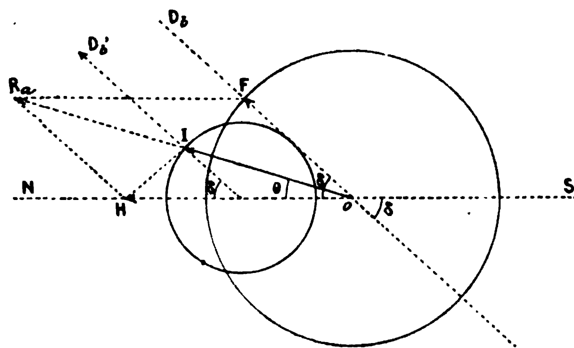


Fig. 6. — (Mettre O_1 au centre du petit cercle).

NS figurant la direction du méridien magnétique (fig. 6) supposons que le centre de l'aiguille aimantée soit en o et que OH représente l'intensité magnétique terrestre H. Supposons que l'aimant auxiliaire placé à une hauteur h au-dessus de l'aiguille soit dirigé suivant OD_b et fasse un angle δ avec le méridien (D_b indique le côté du pôle boréal). Sur OD_b portons une longueur OF représentant l'intensité F de la force déviatrice produite par

l'aimant auxiliaire à la hauteur *h*. La résultante de ces deux forces, OR_a, représente en grandeur, direction et sens la force qui agit réellement sur le pôle austral de l'aiguille aimantée : par suite oR_a est l'orientation même de l'aiguille et le produit de OR_a par le moment magnétique μ de l'aiguille représente le moment du couple magnétique résultant. OR_a rencontre FH en son milieu, et $OI = \frac{OR_a}{2}$.

Si l'on fait varier l'orientation de l'aimant auxiliaire, sans changer sa hauteur, OD_b ou OF tourne autour de O, F restant sur la circonférence ayant O pour centre et F pour rayon ; le point I milieu de HF se déplace sur une circonférence ayant pour centre O, milieu de HO et pour rayon $O_1, 1 = \frac{F}{2}$, de telle sorte que la construction géométrique se résume en la suivante (fig. 7).

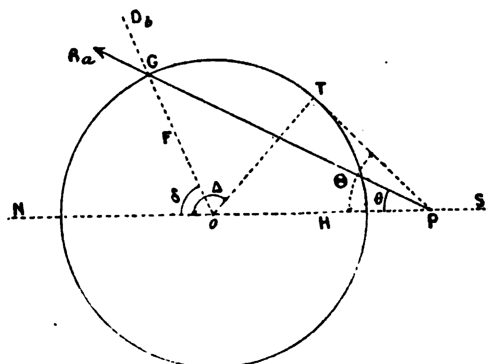


Fig. 7.

Sur la direction NS du méridien magnétique on prend une base OP proportionnelle à H (correspondant à OO_1, de la fig. 6) ; du point O comme centre et avec un rayon proportionnel à F, on décrit une circonférence. En menant par O un rayon parallèle à la direction de l'aimant auxiliaire ($D_bON = \delta$), il rencontre la circonférence en G ; la ligne PG donne la direction que prend l'aiguille aimantée ($R_aPO = \theta$); la longueur PG mesure l'intensité de la force directrice résultante ; le pôle austral est dirigé suivant PG.

Si $F < H$ comme cela a lieu sur la figure 7 le point P est extérieur

Digitized by Google

au cercle et l'aiguille a une déviation maximum Θ correspondant à la tangente PT menée de P à la circonférence, l'orientation correspondante de l'aimant auxiliaire est $\Delta = \frac{\pi}{2} + \Theta$; l'aimant auxiliaire et l'aiguille ont des directions perpendiculaires. On a de plus la relation $\frac{F}{H} = \sin\Theta$.

Si $F > H$, comme cela a lieu sur la fig. 7 *bis*, le point P est à l'intérieur du cercle, θ n'a plus de limite comme dans le cas précédent, l'aiguille tourne avec l'aimant directeur et les angles θ et δ correspondants sont donnés par la construction géométrique.

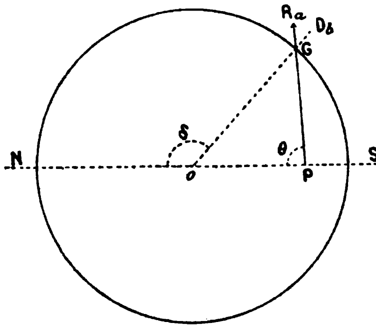


Fig. 7 *bis*.

On déduit de ce qui précède un moyen simple d'évaluer le rapport $\frac{F}{H}$, en mesurant la valeur de Θ expérimentalement ; on peut alors sur le tracé de la fig. 5 effectuer la construction en prenant pour rayon OF, l'abscisse y correspondant au $\frac{h}{L}$ de l'aimant auxiliaire considéré : en traçant OT et TP d'après le résultat de l'expérience on obtient la distance OP = OH à laquelle on doit tracer une parallèle à OZ pour représenter l'intensité magnétique terrestre H à l'échelle du graphique.

Supposons maintenant que l'on fasse varier la hauteur de l'aimant auxiliaire, c'est-à-dire h ou $\frac{h}{L}$; la valeur de F varie suivant la formule calculée plus haut et représentée par le dia-

Digitized by Google

gramme de la fig. 5. Tant que $\frac{h}{L}$ ne dépassera pas HS on aura $F > H$, le point P sera à l'intérieur du cercle; au delà, on aura $F < H$ et le point à l'extérieur, et l'aiguille aura un écart maximum θ.

Application à l'équipage simple. — En manœuvrant convenablement l'aimant auxiliaire on peut donc faire varier la direction de l'aiguille et surtout l'intensité du couple directeur, par suite la sensibilité de l'instrument; dans la formule indiquée au début il faut substituer à H la valeur R de la résultante représentée par PG (fig. 7 et 7 *bis*).

$$\sigma = \frac{\varphi}{i} = B\frac{1}{R}.$$

La sensibilité est inversement proportionnelle à R; elle peut varier dans de grandes limites. Si on s'impose la direction de l'aiguille au repos, comme cela est commandé quelquefois dans les instruments à réflexion, soit PR_a (fig. 8) cette direction, on

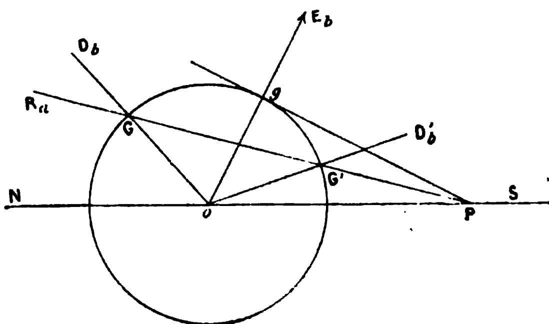


Fig. 8.

pourra réaliser une sensibilité donnée (PG par exemple), en plaçant l'aimant directeur suivant le rayon OGD_b et à une hauteur telle que $F = OG$.

A la même hauteur, mais en orientant suivant $OG'D'_b$, on aurait la même position de repos pour l'aiguille, mais avec une sensibilité plus grande (PG').

Si on se donne *a priori* la sensibilité et par suite la force

Digitized by Google

directrice $R = OG$, on pourra la réaliser de bien des manières différentes, mais en disposant l'aimant auxiliaire suivant OgF_b, l'aiguille, qui lui est alors perpendiculaire, atteint son écart maximum et n'éprouve que des mouvements très faibles lorsque l'on déplace l'aimant dans les environs de sa position : ce sont des conditions très favorables pour opérer avec facilité le réglage et la mise en fonction de l'instrument ; il est donc avantageux de disposer les appareils de lecture en conséquence.

On peut dès maintenant remarquer que la durée d'une oscillation

$$t = \pi \sqrt{\frac{\Sigma mr^2}{\mu r}} = A \sqrt{\frac{\varphi}{i}} = A\sqrt{\sigma}$$

est en raison inverse du carré de la force directrice R, et directement proportionnelle à la racine carrée de la sensibilité.

(*A suivre*). J. POLLARD.

SUR

LA FORCE ÉLECTROMOTRICE DES PILES DU GENRE DANIELL

Il est d'usage de comprendre dans la désignation générale de piles Daniell tous les couples à deux liquides qui réduisent du cuivre sur leur électrode positive.

Ces piles sont constantes ; avant l'adoption du système C. G. S., on les a souvent employées comme unité de force électromotrice.

Pour traduire en volts les mesures ainsi obtenues, il faut connaître le montage du couple type, car la f. e. m. d'une pile Daniell varie avec la composition des liqueurs et avec l'état du zinc.

J'ai expérimenté, en les combinant deux à deux, les liquides suivants :

Dans le compartiment cuivre :

1° Dissolution de sulfate de cuivre, saturée ;

Digitized by Google

2° Dissolution de sulfate de cuivre, acidulée par l'addition de $\frac{1}{20}$ (en volume) d'acide sulfurique monohydraté.

Dans le compartiment zinc :

1° Dissolution de sulfate de zinc, 500 parties de sel (en poids) pour 1000 d'eau;

2° Dissolution de sulfate de zinc, acidulée à $\frac{1}{20}$ par l'acide sulfurique;

3° Dissolution de sel marin, 200 parties de sel (en poids) pour 1000 d'eau;

4° Dissolution de sel marin acidulée à $\frac{1}{20}$ par l'acide sulfurique;

5° Eau acidulée sulfurique à $\frac{1}{20}$ (en volume).

J'ai mesuré aussi des couples à *zinc cloisonné*, cette électrode étant simplement plongée dans la liqueur cuivrique avec son cloisonnement de papier parcheminé[1].

Chaque pile a été expérimentée successivement avec un zinc ordinaire et un zinc amalgamé. J'ai composé ainsi 22 couples différents.

On aurait pu varier davantage les combinaisons de liquide, notamment en substituant, aux sulfates de cuivre et de zinc, d'autres sels de ces métaux, tels que les nitrates, les chlorures, etc.; mais il fallait borner ce travail. Les 22 combinaisons voltaïques étudiées sont les plus usitées; leurs forces électromotrices sont enregistrées dans le tableau ci-contre.

Le zinc amalgamé donne toujours des chiffres moins variables que le zinc ordinaire : fait depuis longtemps reconnu par le *Post-Office* de Londres, qui prescrit l'amalgamation du zinc dans ses étalons. Le mercure procure, presque partout, une surélévation de force électromotrice et diminue considérablement les actions locales parasites[2]. Il est donc avantageux, à tous les points de vue, de toujours amalgamer le zinc, dans les piles du genre Daniell comme dans toutes les autres.

[1] Voy. l'*Électricien* du 1er janvier 1884.
[2] Voy. l'*Électricien* du 1er octobre 1883.

Digitized by Google

LIQUIDES		FORCES ÉLECTROMOTRICES.	
COMPARTIMENT CUIVRE.	COMPARTIMENT ZINC.	ZINC AMALGAMÉ.	ZINC ORDINAIRE.
Solution de :	Solution de :	volt.	volt.
Sulfate de cuivre saturée. . .	Sulfate de zinc.	1,079	1,068
— saturée. . .	Sulfate de zinc acidulée. . .	1,105	1,06
— acidulée . .	Sulfate de zinc.	1,03	1,025
— acidulée . .	Sulfate de zinc acidulée . .	1,066	1,03
— saturée. . .	Sel marin	1,145	1,14
— acidulée . .	Sel marin	1,115	1,09
— acidulée .	Sel marin acidulée..	1,125	1,09
— saturée. . .	Eau acidulée sulfurique . . .	1,131	1,05
— acidulée .	Eau acidulée sulfurique. .	1,119	1,027
— saturée. .	*Cloisonnement*.	1,10	1,04
— acidulée . .	*Cloisonnement*.	1,05	1,00

Les mesures ont été prises peu de temps après le montage des couples.

Dans la première combinaison du tableau, la f. e. m. demeure à peu près fixe : c'est à bon droit que le *Post-Office* a choisi cette combinaison comme étalon.

Les autres couples varient après quelque temps de montage, surtout ceux qui sont acidulés d'un seul côté, et les piles à *cloisonnement*.

Plusieurs de mes chiffres sont en désaccord avec ceux qu'on attribue à Poggendorf, Joule, Regnault, Wiedemann; ces divergences doivent en partie provenir d'erreurs ou de malentendus commis dans le choix des coefficients adoptés pour la traduction *en volts* des résultats obtenus par ces physiciens. Il y a des écarts allant jusqu'à 12 pour 100 dans les valeurs des forces électromotrices, entre des combinaisons en apparence si peu différentes, que certains expérimentateurs ont pu, *a priori*, se croire autorisés à les adopter indifféremment comme unité; d'où une incertitude assez grande sur les valeurs des f. e. m. exprimées en Daniells, quand le couple type n'est pas exactement défini.

Il est donc utile de réviser, par des mesures directes, les résultats des expérienees anciennes : mon travail a pour but de contribuer à cette révision.

ÉMILE REYNIER.

Digitized by Google

LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE DANS LES USINES

ÉCLAIRAGE DES ATELIERS, MAGASINS, BUREAUX DE DESSIN ET BUREAUX DES ÉTABLISSEMENTS CAIL ET COMPAGNIE

Nous nous proposons d'indiquer les caractères essentiels de l'importante installation d'éclairage électrique faite par la maison Sautter-Lemonnier dans les ateliers Cail. Pour la première fois, à notre connaissance, la lumière électrique s'est pliée à des exigences multiples dans un service régulier. La mise en dérivation des foyers à arc aussi bien que des lampes à incandescence a permis de proportionner l'intensité des premiers aux nécessités de l'exploitation et de combiner les deux systèmes de manière à répondre à tous les besoins, notamment dans les bureaux de dessin et les magasins. En même temps, on assurait l'indépendance des foyers qui peuvent être allumés ou éteints à volonté, sans troubler en rien le régime général : on parvenait même à supprimer les résistances auxiliaires introduites ordinairement dans les circuits, et les variations du travail absorbé devenaient ainsi proportionnelles à celles de l'éclairage produit, ce qui n'est pas sans importance au point de vue de l'économie de la force motrice. Ce réglage automatique, complété par une disposition d'avertisseurs électriques, simplifie la surveillance et laisse au mécanicien le contrôle et la responsabilité de l'éclairage.

Grâce à ces perfectionnements introduits dans l'utilisation du courant électrique, il suffit de quatre générateurs d'électricité, occupant, avec les moteurs à vapeur et les appareils de distribution, une surface de 50 mètres carrés, pour éclairer une superficie totale de 23 400 mètres carrés et alimenter 94 foyers à arc voltaïque et 83 lampes à incandescence, sans qu'il y ait aucun accident à craindre, car les tensions les plus élevées ne dépassent pas 75 volts.

Avant de décrire l'installation récemment achevée, et pour mieux faire apprécier l'importance des progrès accomplis, nous

Digitized by Google

croyons utile de rappeler les transformations successives de l'éclairage électrique aux ateliers Cail.

Au mois d'octobre 1876, MM. Sautter et Lemonnier étaient chargés d'organiser l'éclairage électrique dans la halle de montage. A cette époque, on ne demandait à l'électricité que des foyers puissants : par suite, on limitait ses applications aux grands espaces des ateliers, aux chantiers de construction : chaque foyer avait sa machine électrique. Trois foyers de 500 carcels chacun, avec trois machines Gramme, type d'atelier, furent établis, en prenant la force motrice nécessaire sur l'un des arbres de transmission de l'usine.

La dépense de premier établissement s'éleva à 5500 francs. La consommation de force motrice était, pour les trois machines, de 10,5 chevaux environ et la dépense de crayons électriques ne dépassait pas 21 centimes par heure de service.

On obtenait ainsi, sur un espace de 3750 mètres carrés, un éclairage plus que suffisant, puisque auparavant il n'y avait pas d'éclairage.

Les résultats furent assez encourageants pour que la direction nouvelle des établissements Cail décidât, à la fin de 1882, de procéder à un essai plus complet dans l'atelier de robinetterie. Il s'agissait cette fois d'éclairer un espace rempli de petits tours et de machines-outils, où la multiplicité des commandes par courroies était un obstacle à la bonne distribution de la lumière des gros foyers, et, en même temps, la partie de l'atelier réservée aux grands tours exigeait une lumière abondante.

L'emploi simultané de foyers de 100 becs et de 150 becs convenablement répartis permit de donner satisfaction à tous les besoins : avec les machines Gramme, on put mettre sur un même circuit 8 foyers de 100 becs ou 5 foyers de 150 becs, sans dépasser une tension de 450 volts. On put ainsi monter 21 foyers, dont 16 de 100 becs et 5 de 150 becs, placés en tension sur les circuits de trois machines Gramme du type F. Les lampes, du système Gramme, étaient munies chacune d'une résistance en fil de fer dans laquelle un commutateur automatique faisait passer le courant quand l'une d'elles venait à s'éteindre, accidentellement ou non. Si le fonctionnement des autres lampes était assuré dans un même circuit, il y avait, en

Digitized by Google

cas d'extinction isolée, consommation inutile d'une partie de la force.

Les frais de premier établissement, pour l'électricité seule, s'élevaient à 15 050 francs. La consommation de force motrice était de 27 chevaux et la dépense de crayons électriques ne dépassait pas 2^{fr},24 par heure pour une intensité lumineuse totale de 2350 carcels, répartie sur une surface de 3300 mètres carrés.

A la suite de ces premières applications, MM. Sautter et Lemonnier furent chargés, vers le milieu de l'année dernière, d'étudier dans son ensemble la question de l'éclairage électrique des ateliers Cail, de manière à l'étendre à une surface totale de 23 400 mètres carrés, ainsi qu'à des magasins et bureaux dont les dimensions imposaient l'emploi des lampes à incandescence.

La solution précédemment adoptée ne pouvait plus convenir. Il aurait fallu un trop grand nombre de machines, 15 au moins, chacune avec sa commande, d'où nécessité d'installer un atelier spécial et de lui réserver un espace relativement considérable. La solidarité des foyers disposés sur le même circuit ne permettait pas de les utiliser isolément suivant les besoins du service, à moins de compliquer outre mesure la distribution. La surveillance était à peu près impossible sur un aussi grand nombre de foyers, à cause même des distances qui les séparaient.

On aurait pu réduire à quatre le nombre des machines en mettant un plus grand nombre de lampes, 24 au besoin, dans le même circuit, et employant des courants de haute tension, environ 1300 volts. Mais on sait à quels accidents peut donner lieu l'emploi des hautes tensions, surtout dans un atelier, au milieu d'ouvriers qui ne pèchent pas par excès de prudence.

Aussi MM. Sautter et Lemonnier ont-ils sagement renoncé à cette solution et ont-ils préféré l'usage de machines à faible tension et grande intensité, en disposant les foyers en dérivation. Avec un courant de 70 volts et de 300 ampères, tel que le fournit la machine Gramme, type ID, il n'y a aucun danger à craindre : d'autre part, en donnant à la machine dynamo-électrique une résistance intérieure très faible, on peut avoir aux bornes une force électromotrice sensiblement constante, quel que soit le nombre des lampes allumées ; enfin tous les foyers sont indé-

Digitized by Google

pendants, chaque circuit aboutissant aux machines, et l'on peut ainsi commander l'extinction ou l'allumage, en même temps qu'une disposition spéciale de contrôleur électrique avertit au cas où le fonctionnement d'une des lampes laisse à désirer.

Voici comment ce programme a été réalisé.

Machine Gramme, type ID. — Les figures 1 et 2 représentent la machine, moitié en coupe, moitié en élévation, et sur deux directions à angle droit.

f, f, f sont les électro-aimants, au nombre de 14, dont 8 extérieurs ont des noyaux en fer d'un seul morceau reliant la base *g* de la machine au chapiteau *h*, tous les deux en fonte, et supportant en leur milieu la demi-armature en fonte *i*.

Les 6 électro-aimants intérieurs sont formés de deux demi-colonnes boulonnées par l'une de leurs extrémités sur les plaques de fonte *g* et *h* et enchâssées par les autres dans des cavités ménagées dans les demi-armatures *i*.

L'anneau tournant est fait de la manière suivante : une série de 100 lames de cuivre de haute conductibilité, ayant la longueur de la bobine et de section trapézoïdale, ont été recouvertes préalablement d'une enveloppe isolante de carton bitumé, puis assemblées fortement l'une contre l'autre. Elles ont formé le cylindre *a* intérieur de la bobine.

Sur chacune de ces lames et à 75 millimètres de leurs extrémités, sont entés des rayons en cuivre rouge *d* de la figure 2. Ces 75 millimètres marqués de la lettre *e* (figure 2), sont tournés et serviront de collecteurs.

Sur le cylindre *a*, à l'intérieur des rayons *d*, on enroule du fil de fer convenablement recuit et isolé, de manière à former ainsi un cylindre *b* en fer concentrique au cylindre en cuivre *a* : c'est l'âme en fer doux de la bobine. Extérieurement à ce cylindre *b*, on vient placer des lames en cuivre de haute conductibilité *c*, ayant pour longueur celle du cylindre, *a* moins les deux extrémités *e* devant servir de collecteur, et, par conséquent, celle qui sépare les rayons *d* implantés aux deux extrémités de *a*. La section transversale de ces barres est trapézoïdale; elles sont fendues à chacune de leurs extrémités de manière à y recevoir

Digitized by Google

par une soudure les extrémités des rayons *d*. D'ailleurs chacune

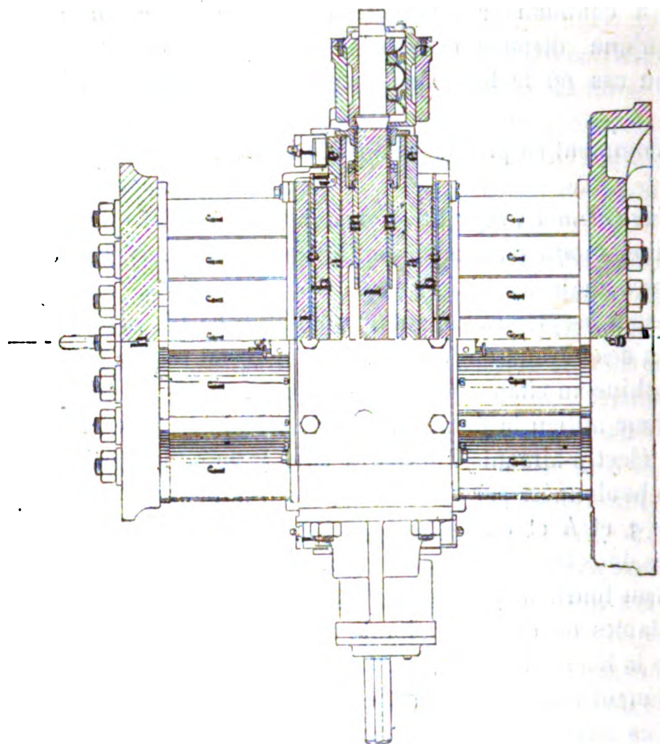


Fig. 2.

Machine Gramme, type ID.

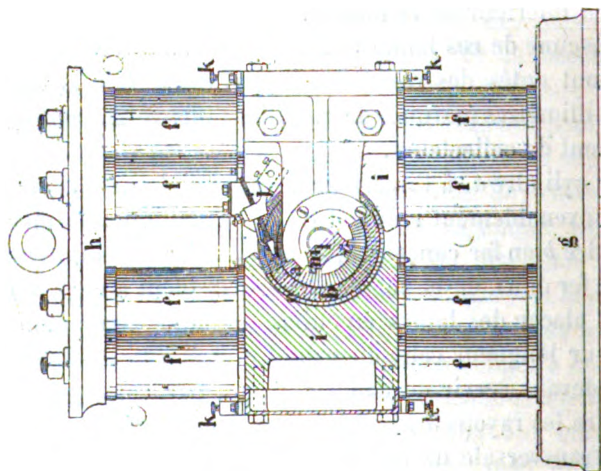


Fig. 1.

des barres *c* se lie par ses deux extrémités avec des rayons *d*

appartenant à des barres *a* différentes, mais immédiatement voisines, de telle sorte que l'ensemble forme une sorte d'hélice autour de l'âme en fer doux. Inutile de dire que l'âme en fer doux est séparée des deux cylindres de cuivre par des enveloppes isolantes.

L'anneau Gramme ainsi constitué a une résistance intérieure très faible 0,008 ohm environ. Il est relié à l'arbre en acier *l* qui l'entraîne par 8 clavettes *m* en fer qui viennent se chasser dans 8 rainures produites à l'intérieur de la bobine par 24 des barres *a* du cylindre intérieur qui ont plus de hauteur que les 76 autres, et qui, par conséquent, font saillie à l'intérieur.

Les balais *j* sont ceux des machines ordinaires de Gramme. Ils sont au nombre de quatre; deux à chaque extrémité de la bobine sont seuls employés sur un des collecteurs *e*, les deux autres ainsi que l'autre collecteur servent de rechange. Ces balais sont en communication avec les 2 bornes de prise de courant *k* et aussi avec les dérivations qui chargent les électro-aimants.

L'arbre en acier *ll* qui porte la bobine vient tourner dans deux forts paliers graisseurs en bronze fixés sur l'armature de la machine, qu'il traverse de part en part. Il porte deux poulies, s'il doit être commandé par courroie, ou un manchon d'accouplement, s'il est actionné directement par un moteur à grande vitesse.

Les conditions électriques de cette machine sont les suivantes : avec une résistance intérieure de la bobine de 0,008 ohm, elle peut produire un courant utilisable de 280 ampères à une vitesse de 700 tours, avec 70 volts aux bornes de la machine, ce qui permet d'alimenter à assez grande distance une série de lampes à arc ou de lampes à incandescence.

A cette vitesse de 700 tours, elle peut aussi être commandée directement par un moteur Mégy à grande vitesse et à détente variable. La machine absorbe en pleine marche 35 chevaux et peut alimenter : 48 lampes à arc de 40 becs carcels; ou 28 lampes à arc de 100 becs carcels; ou 21 lampes à arc de 150 becs carcels; ou 12 lampes à arc de 500 becs carcels; ou 350 lampes à incandescence.

Dans la présente application, 3 de ces machines alimentent respectivement 24, 26 et 22 lampes à arc, soit 72 lampes, et la

Digitized by Google

quatrième 22 lampes à arc et 83 lampes à incandescence. Avec une bonne installation mécanique, il serait possible d'obtenir le double, en alimentant les lampes couplées en séries de deux en tension, ce qui correspondrait à une force électromotrice de 120 volts environ : pour cela, il suffirait d'augmenter la vitesse de la dynamo.

Le poids de la machine Gramme, type ID, est de 3000 kilos, avec les dimensions suivantes : longueur $1^m,63$; largeur $0^m,93$; hauteur $1^m,36$. Les poulies ont 200 millimètres de largeur et 300 millimètres de diamètre.

Il ressort de ces dimensions que l'on a cherché à faire une machine extrêmement robuste et d'une durée prolongée. Son prix n'est pourtant pas très élevé, eu égard à sa puissance et à sa rusticité. Nous indiquons à la fin de cet article d'autres types pouvant convenir à des installations plus restreintes.

Disposition des circuits. — Les circuits partant de l'emplacement des machines sont au nombre de 96, un circuit par lampe à arc, et deux circuits pour les lampes à incandescence, à cause de la position des bureaux, qui sont dans une direction différente de celle des magasins.

Chacun des circuits de lampes à arc voltaïque aboutit à une lampe et porte un numéro d'ordre de cette lampe ; il peut être interrompu auprès de la lampe par un interrupteur à clef, dont il est convenable de se servir quand on veut changer les crayons.

Par son autre extrémité il aboutit à la table de distribution représentée ci-contre (fig. 3).

$+ -$, $+ -$, $+ -$, $+ -$, sont les bornes auxquelles aboutissent les fils de chacune des 4 dynamo.

A, A, A, A, A..... sont les interrupteurs qui commandent les groupes de lampes qui doivent être allumées ensemble, correspondant à un atelier.

Le circuit de chacun de ces groupes se divise en autant de circuits qu'il y a de lampes et l'un des fils de ces circuits élémentaires passe par l'électro-aimant de l'avertisseur B que nous décrirons plus loin. Chaque circuit élémentaire est désigné à son arrivée sur la table de distribution par le numéro de la lampe qu'il alimente et un plan des ateliers, sur lequel sont

Digitized by Google

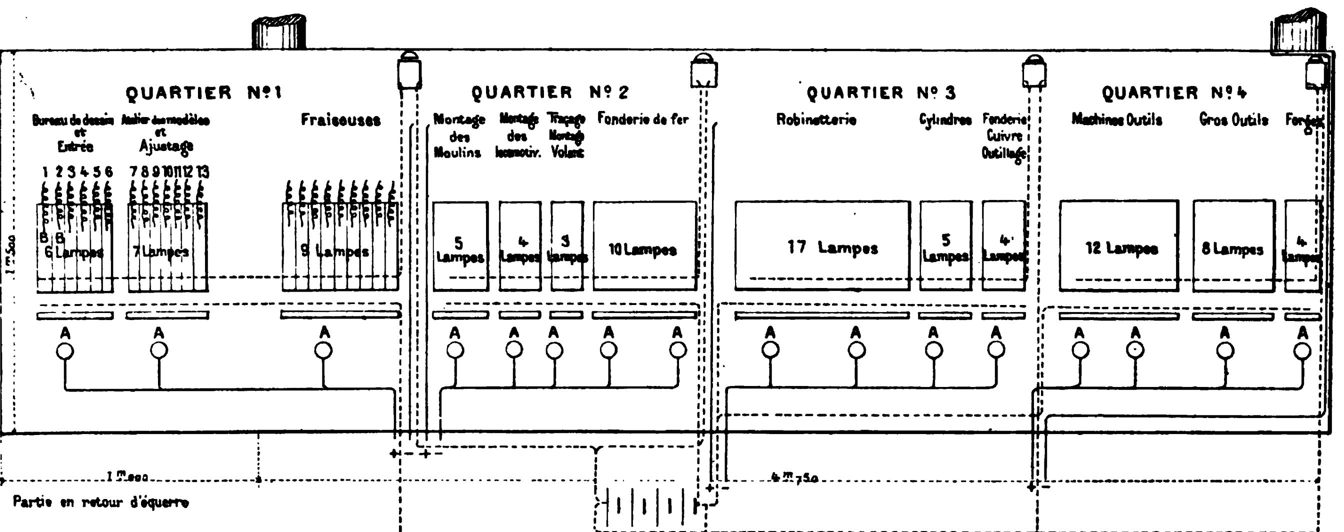


Fig. 5. — Table de distribution.

Digitized by Google

rapportées les positions des différentes lampes avec leurs numéros, est placé en dessous de la table de distribution.

A l'avance la section de chacun des circuits de machines a été calculée de manière à ce que leurs résistances soient égales; lorsqu'ils sont posés, on les vérifie par une mesure directe dans le poste central, et enfin, à la mise en marche, on corrige les écarts par l'introduction d'une résistance prise sur les résistances de réglage *c*, de manière à faire donner à chaque lampe l'intensité la plus convenable.

Avertisseur. — Chaque circuit de lampe traverse un avertisseur qui est composé (fig. 4): d'un électro-aimant A dans le

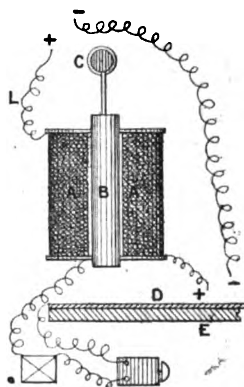


Fig. 4. — Avertisseur.

circuit de la lampe, d'une tige en fer nickelée B portant un disque-voyant C, d'une bande de cuivre D, étendue sur une barre isolante en bois E commune à tous les avertisseurs et placée en dessous des tiges B. Cette bande en cuivre D est en communication avec le pôle d'une pile à sonnerie; l'autre pôle de la pile est en communication avec les tiges de fer B. Tant que le courant L passe convenablement, la tige de fer B est maintenue dans la position de la figure, le voyant *c* est soulevé et cache un disque de même diamètre peint en blanc. Lorsque le courant cesse de passer dans le circuit, la tige B tombe et établit le contact avec la barre D; le circuit de la pile est fermé, la sonnerie fonctionne

Digitized by Google

et appelle l'attention du surveillant; l'examen du tableau montre à ce dernier le numéro de la lampe qui réclame ses soins.

Lampe à arc voltaïque. — La lampe employée est la lampe Gramme (Voir l'*Électricien*, n° 5 du 15 juin 1881). Comme il n'y a qu'une seule lampe dans chaque circuit, on peut employer également une lampe monophote. La lampe Gramme a été choisie à cause de son excellent réglage des charbons et de sa rusticité qui en fait essentiellement une lampe d'atelier.

Suspension. — Chacune des lampes porte un abat-jour (fig. 6). Elle est suspendue par le câble électrique lui-même qui est à 2 conducteurs. Les fils du circuit sont fixés en *a*, et, de ce point, part le câble double qui vient supporter en *b* un contre-poids d'équilibre de la lampe et passe sur des poulies de retour *e* et *f* pour aboutir en *g* à l'anneau de la lampe et à ses bornes; une corde *d* tirant sur le contrepoids *c* permet une manœuvre facile.

Éclairage du bureau de dessin. — Ce bureau, qui a une surface de 407 mètres carrés, est éclairé par 5 lampes à arc de

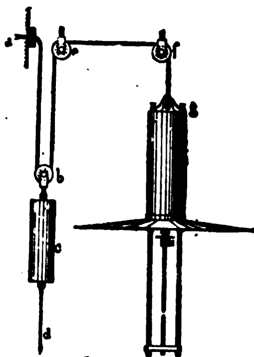


Fig. 5.

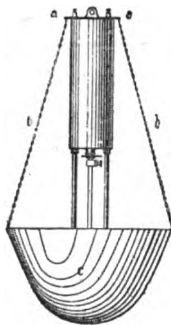


Fig. 6.

150 becs, dont la lumière est renvoyée au plafond et sur les murs. L'éclairage est d'une régularité parfaite et sans ombre. La disposition de l'écran réflecteur qui intercepte les rayons

Digitized by Google

directs est représentée figure 6. Le mode de suspension est le même que pour les lampes à abat-jour.

L'éclairage par incandescence ne présente aucune particularité : partout on a utilisé les appareils déjà posés pour le gaz; il n'y a eu qu'à ajouter à chaque lampe un commutateur d'extinction.

Les conditions économiques de cette importante installation se résument ainsi :

La superficie totale éclairée est de 23 400 mètres carrés, dont 22 000 m. c. ateliers de petite mécanique et ajustage, 407 m. c. bureau de dessin au rez-de-chaussée, 300 m. c. bureau de dessin au 1er étage et 700 m. c. magasins et bureaux.

Le nombre total des foyers électriques est de 177, dont 94 à arc voltaïque et 83 à incandescence.

Les dépenses de premier établissement, pour la partie électrique, se sont élevées, pose comprise, à 72 673 francs. Le travail absorbé par l'ensemble de l'éclairage en marche est de 140 chevaux. Les dépenses d'entretien sont pour les crayons électriques de 10fr,16 par heure, et, pour l'incandescence, on compte par heure 0fr,83 pour le remplacement des lampes, ce qui correspond, par foyer et par heure, à 0fr,107 pour l'arc et 0fr,01 pour l'incandescence. Les foyers à arc prennent en moyenne 1,38 cheval et les lampes à incandescence 10 kilogrammètres par seconde.

TYPES DES DYNAMO GRAMME.	PRIX EN FRANCS A PARIS.	NOMBRE DE LAMPES ALIMENTÉES EN ARC VOLTAÏQUE.				NOMBRE DE LAMPES A INCANDESCENCE.	
		40 carcels.	100 carcels.	150 carcels.	500 carcels.	8 bougies.	16 bougies.
PA. 50	1500	7	4	3	2	65	»
PF. 45	2500	7	4	3	2	»	60
PF. 90	2600	13	8	6	3	120	»
PG. 90	3900	13	8	6	3	»	120
PG. 180	4000	26	16	13	7	240	»

Dans la plupart des cas, on n'a pas besoin d'un aussi grand nombre de foyers, mais les dispositions précédemment décrites se recommandent par les facilités de toute sorte, l'économie et la sécurité qu'elles procurent au point de vue du service. A titre

Digitized by Google

de renseignement nous croyons utile de résumer dans le tableau ci-dessus, les éléments pratiques des différents types de machines Gramme qui conviennent à des éclairages de moindre importance organisés sur le même plan.

PH. DELAHAYE.

EXPOSITION DE VIENNE

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ A L'ART MILITAIRE

SECTION BELGE. — La Compagnie de télégraphistes de campagne du génie expose le matériel qu'elle emploie en temps de guerre. Nous allons le décrire avec quelques détails, car il présente des particularités intéressantes.

Le service de la *télégraphie de campagne* est assuré en Belgique par une Compagnie unique comptant, sur le pied de guerre, un effectif de 4 officiers et de 210 hommes de troupe.

Cet effectif est divisé en deux parties : la première, chargée de la télégraphie proprement dite a, dans ses attributions, la construction, le relèvement et la destruction des lignes de câble et de fil ; elle s'occupe en outre de la transmission des signaux optiques et acoustiques; la seconde, chargée du service général des lignes permanentes occupées par l'autorité militaire, s'occupe de construire, de réparer, d'exploiter et de détruire ces lignes.

Le personnel de la première division forme trois sections pourvues chacune du matériel nécessaire à la construction de 20 kilomètres de lignes de câble et de 24 kilomètres de lignes de fil, indépendamment des appareils de télégraphie électrique et de ceux destinés à la télégraphie optique et acoustique. La troisième section possède, outre le matériel de réserve, les objets requis pour l'installation des ateliers de réparations, elle a, en plus des deux autres, une *voiture-atelier* et une *forge de campagne*.

Dans chaque section se trouvent une voiture transportant 200 poteaux, des objets de rechange et des outils pour la construction des lignes de fil; une voiture portant, enroulés sur des bobines, 24 kilomètres de fil et tout le matériel nécessaire pour

Digitized by Google

l'établissement d'une ligne de fil; trois voitures portant 20 kilomètres de câble et 4 kilomètres de câble spécial, léger, pour lignes d'avant-postes, ainsi que les outils nécessaires pour l'établissement de ces lignes.

Dans chaque voiture sont disposés, dans un compartiment-bureau, deux appareils dont l'un, celui de gauche, constitue un poste mobile, tout installé, que l'on pose au point de départ de la ligne.

Sous chaque voiture de câble est suspendu un camion porte-bobines, que l'on fait traîner par un sous-verge, dans le cas où l'on doit établir une ligne le long d'une route étroite ou à travers champs. Enfin, pour permettre la construction de lignes le long de sentiers impraticables aux voitures, chaque voiture de fil porte une brouette de transport qui peut être facilement traînée par un homme.

La Compagnie de télégraphie militaire belge possède en tout 17 voitures à 6 chevaux, dont 15 portent 72 kilomètres de fil nu et 68 kilomètres de câble isolé.

Les voitures, construites solidement, sont facilement traînées par 6 chevaux, même lorsque 12 hommes sont montés sur chacune d'elles.

La Compagnie construit trois sortes de lignes:

1° Des *lignes en fil de cuivre* de $0^m,002$ de diamètre, suspendues par des isolateurs en ébonite fixés sur des poteaux de $4^m,90$ de longueur et de $0^m,05$ de diamètre.

L'espacement des poteaux est de $0^m,75$. Tous les cinq intervalles, on établit un poteau spécial de $0^m,075$ de diamètre muni d'un isolateur-arrêt-tendeur, autour duquel le fil fait un tour complet.

Il faut cinquante minutes pour construire 1 kilomètre de ligne en fil de cuivre, et vingt minutes pour la relever. Ces sortes de lignes sont employées d'ordinaire pour relier le réseau permanent d'un pays à celui qui relie les corps d'armée et les divisions. On leur donne le nom de *lignes d'étapes*.

2° *Des lignes de câble isolé.* — Elles sont installées sans poteaux ni isolateurs. Le câble est dissimulé dans les fossés secs, dans les récoltes sur pied, suspendu aux branches des arbres et, dans la traversée des villages, maintenu par des supports spé-

Digitized by Google

ciaux, fixés à des clous à tiges enfoncés dans les murailles. L'âme du câble est formée d'un fil de cuivre central, étamé, de 0m,00081 de diamètre, entouré de six fils de fer de même diamètre. Cette âme est protégée par deux couches de caoutchouc vulcanisé, un ruban tordu en spirale et enfin par un tissu de chanvre d'Italie. Le diamètre du câble est de 0m,00625 ; il pèse environ 72 kilogrammes par kilomètre et ne se rompt que sous une traction de 200 kilogrammes.

Un grand avantage du système de télégraphie militaire belge, c'est que pendant la construction des lignes, un câble de raccordement permet de relier, à la bobine qui se déroule, l'appareil télégraphique du bureau. Il en résulte qu'à chaque instant on se trouve en communication à volonté avec le bureau installé à l'origine de la ligne sans devoir couper le câble.

Pour construire ou relever un kilomètre de ligne de câble, il faut vingt minutes.

Ces lignes sont employées pour relier entre eux les divisions et les corps d'armée.

3° Enfin il existe des *lignes volantes*, dites *lignes d'avant-postes*, construites au moyen d'un câble plus léger. Ce câble composé d'une tresse, de trois fils de cuivre, isolée et recouverte d'un conducteur formé de huit fils de cuivre enroulés en spirale et formant fil de retour.

Le tout est recouvert d'un tissu de chanvre. Le diamètre total est seulement de 0m,003.

Ce câble, qui ne se rompt que sous une charge de 30 kilogrammes, est enroulé par parties de 500 mètres, sur un tambour porté à dos d'homme. Le poids total n'est que de 7 kilogrammes.

Aux avant-postes on emploie les *appareils télégraphiques Buchholtz;* ce sont de très petits appareils Morse. Chaque soldat porte l'appareil Buchholtz sur sa poitrine ; il est réuni par un câble de raccordement de 2 mètres au sac de transport que chacun d'eux porte sur son dos.

On peut, avec ces appareils, télégraphier même pendant la marche.

Les boîtes renferment des bobines de rechange de 500 mètres. Un poste comprend toujours deux piles dont une de réserve. Ces piles sont formées de 12 éléments Siemens et Halske.

Digitized by Google

Un kilomètre de ligne d'avant-postes est construit en quinze minutes.

L'appareil télégraphique de campagne ordinaire comprend, sur un même socle, tous les organes du Morse complet: manipulateur, récepteur, galvanomètre et paratonnerres. Les boussoles à sonnerie dispensent de l'emploi d'un commutateur et permettent de passer pour chaque direction de sonnerie à appareil et réciproquement.

La pile adoptée est celle de Leclanché avec vase en ébonite placée dans une petite boîte portative.

La Compagnie expose également des *trompes à signaux* servant à transmettre des communications à des portées moyennes de 2 kilomètres, par des temps brumeux, alors que les signaux optiques ne seraient pas perceptibles.

Nous trouvons également, dans cette section, deux appareils du colonel Le Boulengé: l'un est le *chronographe* bien connu, très employé en Autriche comme en Belgique, et sur lequel nous pensons qu'il est inutile d'insister; l'autre appareil, la *clepsydre*, est moins connu, nous le décrirons rapidement.

Comme le chronographe, cet appareil a pour but de déterminer la vitesse des projectiles. On fait usage de cadres-cibles, formés de fils métalliques, et disposés dans le circuit de deux électro-aimants placés à la partie supérieure de la clepsydre.

Cet appareil est formé d'un vase en fer, contenant du mercure, terminé par un canal vertical à faible diamètre intérieur, fermé à sa partie inférieure par une vanne. Cette vanne est reliée à un système de leviers normalement au contact des noyaux des électro-aimants.

Quand le projectile traverse le premier cadre-cible, le circuit correspondant est rompu, et l'un des leviers en quittant l'électro, ouvre la vanne en permettant au mercure de s'écouler dans un plateau..

Quand le projectile rencontre le second cadre-cible, c'est le circuit du second électro qui se trouve rompu, le levier correspondant, en tombant de son propre poids, ferme la vanne.

De la quantité de mercure recueillie dans le plateau inférieur on déduit la vitesse du projectile d'une manière très simple.

Pour terminer ce qui a rapport à la section belge, nous citerons,

Digitized by Google

à titre de curiosité, le *fusil électrique* de M. Pieper, de Liège, ne possédant aucun mécanisme de percussion, et dans lequel l'inflammation de la charge s'obtient par l'électricité qui fait rougir un fil de platine de 1/10 de millimètre.

Le courant nécessaire est produit par un petit accumulateur hermétiquement enfermé dans une boîte en ébonite, placée dans la crosse du fusil, ou mieux portée par le tireur. Cet accumulateur, d'un poids de 150 grammes environ, permet de tirer 10 000 coups de fusil pendant plusieurs semaines.

La disposition du fusil est telle, qu'il faut absolument épauler celui-ci pour faire partir le coup, le courant électrique n'étant fermé que par un contact extérieur ; soit que la source électrique soit placée dans la crosse ou qu'elle soit portée par le tireur ; dans le premier cas, le circuit est fermé par l'épaule recouverte d'un tissu métallique, dans le second par l'épaule et la main du tireur.

La cartouche électrique est en cuivre mince (genre Kynoch). L'inflammation de la poudre se fait sur le devant au moyen d'un carton spécial remplaçant le carton goudronné qu'on place ordinairement sur la poudre, sous la bourre en feutre. Le fond de la cartouche est hermétiquement fermé.

Nous n'insisterons pas sur les avantages de ce fusil qui sont réels ; néanmoins il ne faut pas songer à le faire adopter par l'armée ; son emploi nous paraît plus directement indiqué pour la chasse.

Section autrichienne. — Le matériel de télégraphie militaire autrichien, exposé par le ministère de la guerre, ne présente sur les autres qu'un détail intéressant à signaler ; c'est la mobilité des appareils télégraphiques proprement dits, dans les voitures.

Le ministère exposait un *chariot de matériel* de télégraphes de campagne avec équipement et une *voiture poste* de télégraphes de campagne avec équipement.

A proximité se trouvait une exposition très complète dépendant du même ministère, mais ne comprenant que des *allumeurs électriques* et le matériel d'*éclairage électrique de campagne*.

MM. *Bruckner*, *Ross et Cie* exposent un moteur Brotherhood commandant directement, de part et d'autre, deux machines

Digitized by Google

Gramme. Cette disposition, adoptée par la marine autrichienne, permet d'avoir simultanément à babord et à tribord un projecteur allumé, ou, par la manœuvre d'un commutateur, de réunir, dans un seul des projecteurs, les courants des deux machines. Les projecteurs complétant l'ensemble, exposé dans cette section, sont des projecteurs Mangin de 0^{m},40 de diamètre. L. Chenut.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Contentieux. La *London and Provincial Electric Lighting C°* est en liquidation.

Cette Compagnie, formée en mai 1882, exploitait la lampe à arc Chertemps, et avait une concession de la *British Electric Light C°* pour l'exploitation de la machine Gramme et de la *British* lampe à incandescence.

Son capital projeté était de 6 250 000 francs, et son objet avoué de pourvoir à la demande croissante d'éclairage et de force électriques; de fournir, pendant le jour, de la force motrice électrique, cette dernière industrie devant constituer une augmentation de revenu pour les actionnaires.

De tout cela, il ne reste plus aujourd'hui que la déconvenue des actionnaires. Il faut aussi que ceux-ci aient la foi aveugle car, de toutes les Compagnies dont l'apparition, pendant la rage électrique, rivalisait avec les champignons, nous n'en connaissons pas dont le prospectus soit plus favorable à un déploiement d'hilarité que celui de la Compagnie susnommée, et l'observateur ne sait réellement lequel des deux mérite le plus d'admiration : celui qui ose inviter l'actionnaire à souscrire dans de pareilles conditions, ou l'actionnaire auquel il reste assez de simplicité pour se rendre à une pareille invitation!

La *Brush Electric Light C° of Australasia* se réunit le 4 mars pour recevoir les comptes de son liquidateur.

Cette Compagnie, venue au monde aussi pendant la rage électrique de 1882, avait pensé, à tort ou à raison, — l'expérience vient de leur démontrer que c'était à tort, — que si l'on pouvait impunément abreuver les Maoris et les Fijiens de bibles de tous les formats, il n'y avait aucune raison pour ne pas aller les convertir à l'usage des procédés perfectionnés de l'éclairage moderne, et promener dans ces pays antipodes l'étendard triomphant des Brush et des Lane-Fox.

Digitized by Google

Et c'est ainsi que le bon public, qui avait déjà souscrit à toutes sortes de compagnies Brush possibles et imaginables, a encore fait les fonds d'une autre compagnie Brush destinée à exploiter l'Australie, la Nouvelle-Zélande, la Tasmanie, voire les îles Figi.

Nous recommandons aussi le prospectus de cette Compagnie à tous les amis d'une douce gaieté.

La *Gülcher Electric Light C°* s'est réunie récemment en assemblée générale extraordinaire, en vue de discuter la réduction de son capital.

La *Brush Midland C°* est en instance devant la Cour de justice pour l'obtention d'une réduction de son capital, de 6 250 000 francs à 1 762 500 francs.

La *Jablochkoff Electric Light and Power C°* doit se reconstituer sur les bases suivantes :

La nouvelle Compagnie s'appellera *Jablochkoff and General Electric C° Limited.*

Le capital sera de 3 000 000 de francs, en actions de 25 francs, et divisé en 40 000 actions ordinaires libérées, lesquelles seront distribuées aux actionnaires de l'ancienne Compagnies, et 80 000 actions privilégiées, donnant droit à un dividende de 6 pour 100. Les porteurs d'actions ordinaires ont droit aux profits au-dessus de 6 pour 100. Au-dessus de 12 pour 100 le partage du surplus a lieu également. Les actionnaires anciens recevront de plus 250 000 francs d'obligations et 125 000 francs en espèces. Espérons que la nouvelle Compagnie, ainsi reconstituée, fera preuve de virilité et justifiera la confiance générale du public dans le système qu'elle exploite.

Gaz et Électricité. Sous le titre précédent, les colonnes du *Times* ont contenu, tout récemment, une polémique soulevée par M. O. Coope. Ce monsieur, dont une première lettre avait paru le 16 janvier 1883, dans les colonnes du même journal, décrivait alors le fonctionnement d'une installation d'éclairage électrique dont il avait doté sa résidence, et donnait les résultats de trois mois de fonctionnement. Dans sa première lettre, M. Coope estimait que le coût de l'éclairage par foyer électrique de 18 candles reviendrait à environ 0,95 d'un farthing ($0^{fr},02526$) par heure. Cette donnée était basée sur une expérience de trois mois. Mais après une autre année d'observations continues, le chiffre auquel M. Coope est arrivé est celui de 0,97 d'un farthing ou $0^{fr},02476$ par foyer de 18 candles par heure.

La résidence de M. Coope, Berechurch Hall, Rochetts, Brentwood est éclairée au moyen de 200 lampes Swan de 18 candles chacune; le courant est fourni par 4 dynamos du type Bürgin, et le moteur

est une machine à vapeur de 12 chevaux nominaux, avec chaudière tubulaire.

Le coût total de l'installation, y compris la chambre des machines, les électroliers et autres accessoires, est de 32 260 francs (le coût d'une installation d'éclairage au gaz répondant à la même puissance d'éclairage aurait été de 33 347 francs).

Le nombre d'heures d'éclairage pendant l'année 1883 a été de 1823, ou une durée moyenne de cinq heures par jour.

Le coût de l'éclairage est établi comme suit :

	fr.
Charbon fin, à 16fr,85 la tonne; mélangé avec du coke, à 22fr,50 la tonne	2250,00
Journées d'ouvriers (mécanicien et apprenti).	1992,50
Renouvellement de 300 lampes à 5 shillings.	1875,00
Chiffons, huile, etc.	500,00
Réparations et entretien	155,10
Dépenses diverses	194,20
Dépréciation ou amortissement : machines 10 pour 100 = 1930; câbles 5 pour 100 = 100	2030,00
	8996,80

ce qui revient à un peu moins de un farthing par lampe de 20 candles par heure.

Dans l'espace de douze mois aucun accident n'a eu lieu excepté 3 glissements de courroies ayant occasionné des interruptions de cinq minutes; le mécanicien négligent a dû être renvoyé, et M. Coope pense que le nombre assez considérable de lampes à remplacer pourra être diminué sérieusement avec un mécanicien soigneux.

Berechurch hall, d'autre part, est à 7 kilomètres de la station la plus rapprochée de chemin de fer (Colchester), ce qui contribue à augmenter le prix du charbon. M. Coope termine en disant qu'il n'est intéressé dans aucun système d'éclairage électrique et n'a d'actions dans aucune Compagnie de gaz, mais que son but est simplement la recherche de la vérité. Il tenait à s'assurer que l'éclairage électrique de résidences privées est pratique, et, dans certaines conditions, aussi économique que le gaz. Il est tellement satisfait des résultats obtenus qu'il déclare qu'après son expérience des deux systèmes un retour au gaz serait chose absolument impossible.

La South Metropolitan Co vient d'effectuer une nouvelle réduction dans le prix du gaz d'éclairage. A partir du 1er janvier 1884, le gaz est livré aux consommateurs au prix de 2 shillings 8 pence les 1000 pieds cubes (9 centimes par mètre cube). Cette décision intéresse tous les abonnés habitant le sud de Londres.

D'autre part, la corporation de la ville de Birmingham, propriétaire de l'usine à gaz de cette ville, doit prochainement, sur la recom-

Digitized by Google

mandation de la Commission de l'éclairage au gaz, réduire le prix du gaz dans les proportions suivantes :

Abonnés brûlant moins de 900 mètres cubes par trimestre, $0^{fr},083$ par mètre cube. Abonnés brûlant plus de 900 et moins de 1800 mètres cubes par trimestre, $0^{fr},078$. Abonnés brûlant plus « de » 1800 mètres cubes par trimestre, $0^{fr},072$ par mètre cube.

L'éclairage électrique a, comme on le voit, affaire à forte partie dans ce pays.

Éclairage électrique de trains. — La Compagnie du chemin de fer du South Eastern conduit des essais d'éclairage de ses trains, entre Londres et Douvres, au moyen de lampes à incandescence de 5 candles actionnées par la batterie primaire système Cheesewright. La batterie est installé dans le fourgon du conducteur, et les essais ont, paraît-il, donné telle satisfaction que ladite Compagnie se serait décidée à adopter définitivement ce mode d'éclairage.

Bateaux électriques. — Ce sujet a donné lieu à un mémoire intéressant lu par M. A. Reckenzaum, le 16 janvier, devant la *Society of Arts*. M. Preece présidait. L'orateur a exposé les avantages possédés par une chaloupe électrique sur une chaloupe à vapeur au triple point de vue de la réduction des espaces encombrés et par conséquent de l'augmentation des espaces utiles (les accumulateurs se plaçant au fond du bateau en guise de lest), de l'absence de chaleur, d'odeur et de bruit, et de la réduction dans le nombre d'ouvriers.

Il a ensuite décrit les expériences qui avaient eu lieu, à diverses époques, sur des bateaux mus par l'électricité, rappelant celle de Jacobi sur la Néva, à Saint-Pétersbourg, au moyen d'une batterie de piles Daniell, et mentionnant celles de Dering, Trouvé, la chaloupe *Electricity* sur la Tamise, etc. Parlant de la chaloupe construite par MM. Yarrow et C° et montée par la Compagnie des accumulateurs Sellon-Vockmar, pour l'Exposition électrique récemment tenue à Vienne, l'orateur dit que la vitesse atteinte dans plusieurs courses faites avec ce bateau, sur le Danube, a plusieurs fois atteint 16 et 18 kilomètres à l'heure.

Plusieurs orateurs ont pris part à la discussion qui a suivi : L'amiral Selwyn, exprimant son opinion sur la valeur incontestable de l'application de la propulsion électrique aux bateaux de sauvetage, lord Sudeley décrivant les avantages que, dans son opinion, l'adoption de la propulsion électrique offrirait pour la défense des ports et l'art de la guerre navale en général.

M. Preece, en prononçant son discours de clôture, et après avoir

Digitized by Google

succinctement résumé les discours des orateurs précédents, s'est étendu sur les services rendus journellement par les accumulateurs, et a fait allusion aux perfectionnements considérables que ces appareils ont reçus et reçoivent constamment. Il a terminé en disant que, pendant longtemps, il avait été parfaitement incrédule à l'égard des accumulateurs, mais qu'en présence des résultats acquis, son opinion s'était considérablement modifiée et qu'actuellement il les employait avec le plus grand succès pour de nombreux usages télégraphiques, dans le service postal télégraphique.

L'Éclairage électrique a la Chambre des communes. — L'éclairage électrique de la Chambre des communes, au sujet duquel nous avons déjà, à plusieurs reprises, entretenu nos lecteurs, consistait en 270 lampes Edison, éclairant les bibliothèques et buffets. Cet éclairage ayant donné satisfaction, il a été décidé d'en augmenter l'importance, et le matériel nécessaire à cette augmentation, portant le nombre de foyers de 270 à 480, est en voie d'installation.

Les moteurs consistent en deux machines horizontales à grande vitesse système Armington and Seins, cylindre 21 centimètres de diamètre et $0^m,25$ de course, fonctionnant à 300 révolutions par minute, actionnant respectivement une dynamo de 250 et deux de 150 foyers. Toutes les précautions imaginables ont été prises contre les risques d'incendie, chances d'extinction, etc., et l'installation est sous le contrôle immédiat d'un employé placé dans une pièce du sous-sol, par laquelle tous les fils des circuits nombreux dont cette installation se compose passent, aboutissant à un tableau dont la manœuvre est confiée à ses soins.

La Compagnie Edison a donc réussi, en introduisant le coin par la pointe à la Chambre des communes, à y faire entrer le gros bout; ce résultat était, pour nombre de personnes, prémédité.

Éclairage électrique d'une poudrerie. — La manufacture de poudre de MM. Wakefield et C°, de Gatebeck, près de Rendal, est éclairée électriquement au moyen de lampes Swan (type de 12 bougies). Les bâtiments à éclairer, espacés les uns des autres d'environ 200 mètres, sont répartis sur une longueur d'environ 3500 mètres; il y a quatre à huit lampes par bâtiment. Les conducteurs entre les différents bâtiments sont en fil nu supporté sur des isolateurs placés sur des poteaux et sur les arbres le long de la route. L'éclairage des endroits les plus dangereux est effectué de l'extérieur, au moyen de lampes munies de réflecteurs émaillés, les fenêtres sont hermétiquement scellées. Les abords des magasins sont aussi éclairés.

Digitized by Google

Éclairage d'un trône. — Si les natifs des pays sauvages ne sont pas aussi prêts à adopter l'éclairage électrique que les intéressés du système Brush voudraient le faire croire ou que leurs actionnaires l'auraient désiré, leurs souverains qui eux, du moins, ont les moyens de se payer ce luxe inconnu à leurs pauvres sujets, semblent être tout à fait au courant des progrès actuels et ne négligent rien pour adopter tout ce qui peut contribuer à augmenter leur prestige ou leur confort. Le roi Thebaw, de Birmanie, ce sauvage ultra féroce faisait éclairer son palais, il y a cinq années, au moyen de bougies Jablochkoff. Aujourd'hui, c'est un prince indien qui se fait faire à Birmingham un trône en cristal taillé à facettes. Ce trône est surmonté d'un dais en cristal taillé, supporté par des colonnettes, également en cristal taillé ; ce dais, d'un travail délicat, est éclairé intérieurement au moyen de foyers à incandescence qui lui donnent l'aspect d'un gigantesque diamant.

Éclairage des musées. — Le musée de Bethnal-Green, une succursale du South-Kensington Museum, va être éclairé à l'électricité. M. W. P. Frith, le célèbre peintre de l'Académie royale, écrit pour demander l'adoption de l'éclairage électrique de la National Gallery et du British Museum. Il dit avec beaucoup de raison que lui et beaucoup de ses confrères n'ont pas trop des courtes heures du jour de la saison d'hiver pour travailler à leurs œuvres, et qu'ils ne peuvent, dans les conditions actuelles, consulter les œuvres des maîtres, ce qu'ils ont souvent besoin de faire dans le cours de leurs travaux, sans encourir une perte de temps précieux et justiciable. Espérons que la routine administrative finira par céder. J.-A. Berly.

LA TÉLÉPHONIE A L'EXPOSITION DE VIENNE

(2e article [1])

III. — Commutateurs pour bureaux centraux.

En dehors de l'Exposition française, se trouvaient quelques commutateurs pour bureaux centraux, appartenant à Berliner, Crossley, Ericsson, Mourlon, Preece, Siemens, *Societa anonima generale di telefoni*, G. Wehr et Zellweger.

Le poste *Berliner* est un commutateur suisse, de même que celui

[1] Voy. l'*Électricien* du 15 février 1884, n° 60, p. 171.

d'*Ericsson*. La maison *Siemens* et la *Société italienne* exposaient des commutateurs américains à simple ou double fil, ne présentant aucune disposition nouvelle.

Les appareils de la *Société générale des téléphones* de Paris ayant été décrits dans ce journal, nous n'y reviendrons pas. Son exposition a eu beaucoup de succès; elle contenait un panneau pouvant desservir 100 abonnés, auquel étaient reliés des postes téléphoniques disséminés dans la rotonde; tous les visiteurs pouvaient se rendre compte de son fonctionnement. Derrière ce panneau était placée une rosace semblable à celles du Bureau central de l'avenue de l'Opéra. Alentour figuraient les téléphones anciens et nouveaux de la Société, ainsi que les produits de ses deux usines : les télégraphes des ateliers *Digney* et les câbles des ateliers *Rattier* à Bezons, le tout groupé dans un espace un peu restreint, eu égard surtout au nombre considérable de visiteurs qu'il attirait.

Le commutateur de *Warburton et Crossley* figurait dans la section anglaise, maison Crossley, de Bradford, sous forme spéciale destinée à desservir dix lignes, avec l'introduction d'un système de rappel de *Crossley, Harrison et Emmot*, appelé *ring-off*.

Ces lignes, à simple fil, aboutissent à 10 tringles verticales insérées dans un cadre de bois. Sur la planchette du tableau sont fixées d'autres tringles horizontales, qui passent à 2 centimètres environ derrière les premières; elles sont destinées à les réunir deux à deux (fig. 1). Dans ce but, chaque tringle verticale possède une fiche F au travers de laquelle elle passe (fig. 2). Un ressort à boudin *r* la contourne et la presse d'un côté sur la tringle plate *t*, de l'autre sur la tringle *h*; les deux rondelles *a*, *b*, qui le maintiennent s'appuient l'une contre la tringle *t*, et l'autre contre une goupille *g* traversant la fiche; on a ainsi un bon contact entre la fiche et les deux tringles.

Au repos, les 10 fiches sont arrêtées sur autant de blocs reliés chacun à un avertisseur ordinaire. Si l'on veut relier les abonnés 1 et 10, on amène les fiches marquées 1 et 10 sur l'une des lames A, B, C, D, E, sur la première A si elle est libre. Si le poste 2 appelle, le volet de son avertisseur tombe; on descend sa fiche sur la lame M, qui correspond à un poste Crossley, et on lui répond. Puis on le relie à l'abonné qu'il demande, comme dans les postes ordinaires, après avoir appelé celui-ci. Seulement, une fois que les abonnés sont en communication, le signal de fin de transmission ne peut être donné par les avertisseurs, puisqu'ils sont hors circuit. Ils sont alors remplacés par un indicateur spécial (fig. 3) relié à la lame

Digitized by Google

h, qui réunit les abonnés l'un à l'autre. Cet indicateur fonctionne de la manière suivante :

Les courants de la ligne sont dérivés en partie à travers ses deux

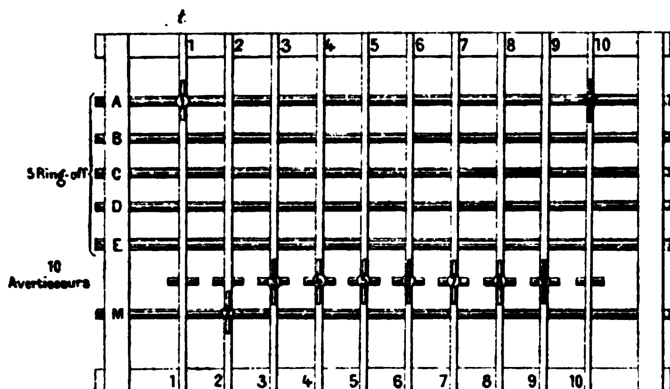


Fig. 1. — Commutateur téléphonique Warburton et Crossley.

bobines, les noyaux dépassent leurs joues, et l'armature est suspendue entre eux ; elle est aimantée et un contrepoids lui donne une certaine

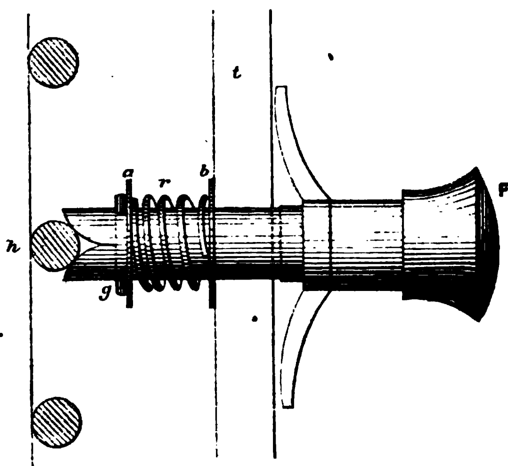


Fig. 2. — Fiche à ressort des commutateurs téléphoniques de Warburton et Crossley et de G. Wehr.

inertie, afin qu'elle ne puisse se déplacer sous l'action des courants microphoniques. Chaque abonné a un appel magnéto-électrique. Quand il tourne sa manivelle, le lapin tombe au central si sa fiche est au

Digitized by Google

repos sur le bloc d'avertisseur ; s'il se trouve relié à un autre abonné, c'est la sonnerie magnétique de celui-ci qui fonctionne; mais dans ce dernier cas les courants alternatifs produits n'ont pas une longueur suffisante pour faire fonctionner l'indicateur. Il ne sera actionné que lorsque l'abonné appuiera, en même temps qu'il tourne, sur un bouton qui introduit dans le circuit d'appel un collecteur redressant les courants induits engendrés dans la bobine. Alors, sous l'action du courant continu, l'armature vient toucher l'un des pôles de l'indicateur et ferme le circuit d'une pile locale à travers une sonnerie.

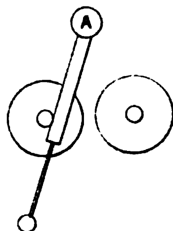


Fig. 3. — Indicateur d'appel téléphonique « *ring-off* ».

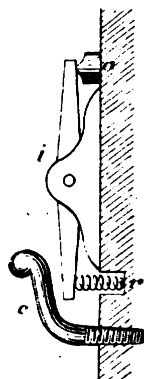


Fig. 4. — Crochet téléphonique Mourlon.

Ainsi, dans un bureau central, on utiliserait avec avantage ce système, sur lequel on grouperait les abonnés qui ont entre eux des relations fréquentes et presque exclusives. Par exemple, on relierait dès le matin la maison X..., abonnée du réseau parisien, à ses magasins de la Villette, auxquels elle transmet des ordres vingt fois par jour. Elle y gagnerait en commodité et en rapidité, et le bureau central serait dispensé de toutes les manœuvres. Quand la maison X... voudrait parler à un autre abonné, l'indicateur l'annoncerait sous l'action d'un courant redressé. On pourrait arriver au même résultat avec des piles, en renversant le courant : l'armature ne fermerait le circuit de la sonnerie que par l'un des noyaux de l'indicateur.

G. Wehr, de Berlin, exposait un commutateur à fiches à ressort semblable au précédent comme construction, et pouvant desservir 25 abonnés à simple fil, avec avertisseur ordinaire. Il possédait un nombre égal de lames horizontales pouvant être affectées soit à réunir deux abonnés du même tableau, soit aux renvois entre les divers

Digitized by Google

tableaux composant un bureau central. Un poste Blake-Bell y est attaché, ainsi qu'un appel magnéto-électrique. La 26e tringle verticale est en communication avec le poste Blake-Bell ; quand on veut parler à l'abonné 20, par exemple, on amène la fiche 20 et la fiche Blake sur la même tringle horizontale. Pour réunir deux abonnés, on place également leurs fiches sur une même tringle horizontale. Les deux avertisseurs restent en dérivation, c'est un des inconvénients du système; ses dimensions encombrantes en sont un autre.

M. Mourlon, de Bruxelles, présentait de petits tableaux, portant quelques crochets très simples ayant une certaine analogie avec ceux de M. Sieur que nous verrons plus loin. Le crochet se compose d'un levier *i* articulé en son milieu (fig. 4), appuyant au repos sur un contact d'avertisseur *a*, d'un côté, et poussé de l'autre par un ressort à boudin *r*. En avant se recourbe un crochet vissé *c*. Si l'on engage entre ce crochet et le levier un piton attaché à un fil souple, il prendra au levier la communication de ligne et rompra le contact avec l'avertisseur.

Commutateur et avertisseur Preece. Ces deux curieux instruments se trouvaient dans l'Exposition du Post-Office de Londres et chez M. de Branville, dans la section française. Le commutateur est formé de deux mâchoires *m m* en cuivre fixées sur un socle; elles sont en biseau à leurs extrémités supérieures et amincies à la partie opposée pour faire ressort; au repos, elles s'appuient l'une contre l'autre et ferment le contact d'avertisseur (fig. 5).

On engage entre elles une fiche plate (fig. 6) constituée par deux lames isolées l'une de l'autre, *l*, *l*. L'une d'elles porte un épaulement *e* qui pénètre dans une entaille pratiquée à cet effet dans l'une des mâchoires; le but de cette disposition est double : 1° obliger d'introduire la fiche toujours dans le même sens ; 2° assurer sa position normale au tableau en l'empêchant de se déplacer vers les côtés des mâchoires quand la corde souple qu'elle termine est tirée accidentellement.

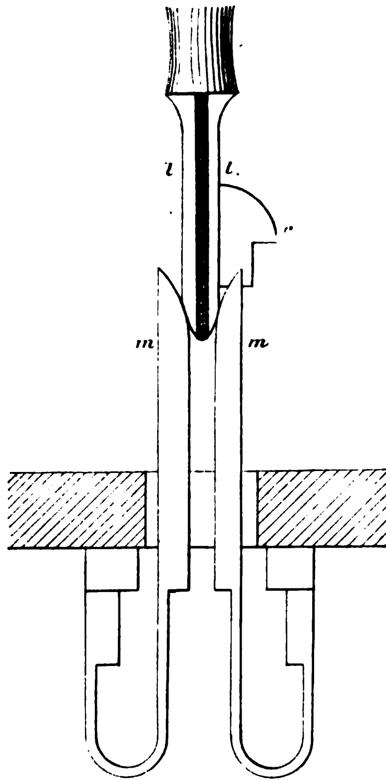
Les contacts sont parfaitement assurés.

L'avertisseur a une disposition aussi ingénieuse qu'originale : le volet ou lapin *v* n'est pas accroché à l'armature de l'électro-aimant comme dans les avertisseurs ordinaires ; il est lui-même l'armature, ou plus exactement il porte l'armature de fer doux *d* (fig. 7) qui, au repos, est au contact des noyaux *n*, maintenue par le magnétisme développé par un courant qui parcourt constamment la ligne.

Ce courant provient d'une pile (de 1 ou plusieurs éléments suivant

Digitized by Google

la longueur du circuit) installée chez l'abonné de la façon suivante : ses deux pôles sont amenés à un commutateur inverseur qui les relie chacun à un fil si la ligne est double, ou bien l'un à la terre et l'autre à la ligne, s'il n'y a qu'un fil. Ce commutateur est introduit dans le circuit de la ligne qui entre par la borne L et sort par L'. En outre, l'abonné possède un poste Gower ou autre. Le bureau central l'appelle





Commutateur téléphonique Preece.

Fig. 5. — Fiche entrant dans la pince. Fig. 6. — Fiche plate.

avec une pile à la façon ordinaire. Quant à lui, il appelle le central en isolant son commutateur inverseur : en effet, le circuit de la pile d'avertissement étant rompu, le volet n'est plus retenu par l'électro-aimant, il tombe.

Ainsi, nous avons déjà cet avantage de supprimer le réglage de l'avertisseur. Mais ce n'est pas tout : entre les 2 pôles de l'électro-aimant de l'avertisseur (fig. 8) est suspendue une aiguille aimantée *a*

Digitized by Google

(dorée pour être plus visible). Une entaille dans le volet la laisse voir quand celui-ci est au repos (fig. 10).

A l'état normal, le volet étant maintenu au repos par les noyaux de

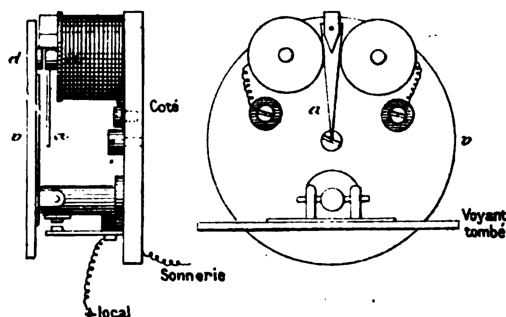


Fig. 7. — Avertisseur Preece vu de côté. Fig. 8. — Avertisseur Preece.

l'électro-aimant qui est alors traversé par le courant d'avertissement, l'aiguille aimantée est attirée vers la gauche, elle occupe la position marquée IN sur le volet : cela veut dire que le circuit de la ligne est fermé.

S'il venait à se rompre, l'aiguille prendrait la position verticale. On irait aussitôt vérifier la ligne et le poste de l'abonné

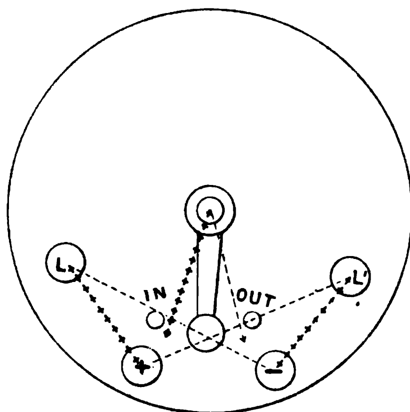


Fig. 9. — Avertisseur téléphonique Preece. — Commutateur inverseur

De plus, cette aiguille indique si l'abonné est chez lui ou non. Quand il est chez lui, il met la manette de son commutateur (fig. 9) sur la position IN : envoi d'un courant positif sur la ligne. Quand il

Digitized by Google

sort ou bien quand il ne veut pas être dérangé, il se met sur la position OUT : l'aiguille indicatrice se porte vers la droite sous l'action d'un courant négatif et elle prend la position OUT.

Ce système permet aussi de voir si l'abonné, en cessant la conversation, raccroche ses récepteurs, car le circuit d'avertissement se rétablit en faisant cette manœuvre : on pourra l'appeler aussitôt, il entendra les appels, étant encore près de son appareil.

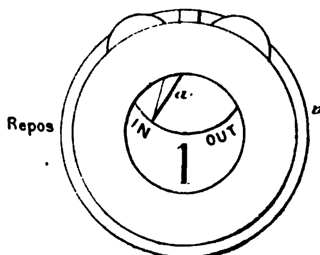


Fig. 10. — Avertisseur Preece.

Il arrive souvent dans les bureaux centraux qu'un volet tombe intempestivement par suite d'une secousse quelconque : on répond inutilement à l'abonné; si cela arrive souvent, il s'en plaint. Avec cet annonciateur, l'inconvénient ci-dessus n'est pas à craindre : si l'aiguille indicatrice est déviée, c'est que l'annonciateur est tombé par accident; on le relève alors sans rien dire; on ne répond que lorsque l'aiguille étant verticale indique la rupture du circuit d'avertissement. Le seul inconvénient de ce système est l'usure supplémentaire de piles. B.

(*A suivre*).

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 4 février 1884.

Sur la loi de Faraday, par M. Berthelot.

D'après la loi de Faraday et les expériences de notre savant confrère M. Becquerel, un même courant électrique, traversant une suite de sels électrolysables, pendant le même temps, sépare au pôle négatif des poids des divers métaux proportionnels à leurs équivalents : c'est-

Digitized by Google

à-dire que, 107^{gr},9 d'argent étant précipités, le même courant précipite en même temps 103^{gr},5 de plomb; il sépare simultanément 39^{gr},1 de potassium et 68^{gr},5 de baryum (ces derniers métaux décomposant l'eau ne demeurent pas libres, mais se retrouvent sous forme de base libre autour du pôle).

Tous ces poids sont, je le répète, proportionnels aux équivalents, c'est-à-dire, d'après la définition classique, aux poids relatifs suivant lesquels les métaux se substituent les uns aux autres. Pour qu'ils fussent proportionnels aux poids atomiques, on devrait obtenir, en même temps que 107^{gr},9 d'argent, 207 grammes de plomb, c'est-à-dire un poids double de celui qui se précipite réellement; en même temps que 39^{gr},1 de potassium, on devrait obtenir 137 grammes de baryum : ce qui n'a pas lieu.

De même, pour les éléments électronégatifs[1], si l'on électrolyse dans un même circuit le chlorure et l'oxyde d'un même métal, les poids de chlore et d'oxygène, mis en liberté dans le même temps, sont proportionnels à 35^{gr},5 pour le chlore et à 8 grammes pour l'oxygène, c'est-à-dire aux équivalents. S'ils étaient proportionnels aux poids atomiques, on devrait obtenir, pour 35^{gr},5 de chlore, 16 grammes d'oxygène : ce qui n'a pas lieu.

Sans entrer dans aucune discussion sur les corps plurivalents, dont la notion est antérieure à la nouvelle notation atomique, ainsi qu'il résulte de la découverte des acides polybasiques par Graham, en 1835, de la découverte des alcools polyatomiques par moi-même, en 1854, et de la découverte même du glycol, deux ans après, par mon savant ami, M. Wurtz; sans entrer, dis-je, dans aucune discussion sur les corps plurivalents, dont la théorie est identique d'ailleurs pour les chimistes qui conservent les équivalents et pour ceux qui préfèrent les nouveaux poids atomiques, je me borne à constater que la loi de Faraday

[1] La décomposition de l'ammoniaque par le courant ne peut être invoquée ni pour ni contre la loi, attendu que l'azote qu'elle fournit n'est pas un produit direct d'électrolyse, pas plus que l'azote fourni par la décomposition analogue de l'acide azotique dans certaines conditions. Les sels, les acides hydratés, les bases hydratées et les corps de constitution analogue paraissent seuls susceptibles d'une électrolyse directe dans les dissolutions. L'ammoniaque, en tant qu'azoture d'hydrogène, ne leur est pas assimilable, car elle ne forme pas des azotures solubles, comparables aux chlorures.

Lorsque M. Hofmann a électrolysé une solution saturée de chlorure de sodium contenant une petite quantité d'ammoniaque, il se proposait uniquement de faire une expérience de cours, destinée à démontrer le rapport entre le volume des éléments gazeux de l'ammoniaque et celui des éléments de l'eau, rapport indépendant de la question de l'électrolyse directe de l'ammoniaque. Mais l'azote, mis à nu dans ces conditions, est un produit secondaire, résultant de la décomposition de l'ammoniaque par le chlore, qui est le produit direct de l'électrolyse du chlorure de sodium. La loi de Faraday, dans ces conditions, s'applique au chlore et non à l'azote.

Digitized by Google

est exprimée en général d'une façon plus simple au moyen des équivalents qu'au moyen des poids atomiques, et cela aussi bien pour les éléments électropositifs que pour les éléments électronégatifs.

Séance du 11 février 1884.

Note sur la loi de Faraday; par M. Ad. Wurtz.

J'ai fait observer, dans ma dernière Note, que, dans l'interprétation de la loi de Faraday, ce n'est *pas* la notion des poids atomiques qui doit intervenir, mais bien la notion de *valence*, et que les quantités de métaux qui se déposent au pôle négatif, dans le cas de l'électrolyse de sels à métaux plurivalents, ne répondent nullement aux *équivalents* ordinairement adoptés. Dans l'électrolyse du chlorure cuivreux, pour 35,5 de chlore mis en liberté au pôle positif, il se dépose au pôle négatif 63,5 de cuivre : ce n'est pas l'équivalent du cuivre. Dans l'électrolyse du chlorure de bismuth il se dépose 70 de bismuth : ce n'est pas l'équivalent du bismuth, etc.

M. Berthelot n'y contredit pas : il semble donc inutile de prolonger cette discussion, et, si mon savant ami préfère se servir, dans l'interprétation de la loi de Faraday, des équivalents fixés il y a quarante ans et qui, dans le cas des éléments plurivalents, ne représentent pas des quantités réellement équivalentes, c'est une affaire de convenance personnelle : je n'ai rien à y objecter.

Relevé des coups de foudre observés en France pendant le premier semestre de l'année 1883, communiqué par M. le Ministre des postes et des télégraphes (Renvoi à la Commission des paratonnerres).

La Conférence internationale des unités électriques, réunie à Paris en octobre 1882, a exprimé le vœu qu'un système d'observation des effets produits par la foudre fût organisé dans les divers pays, et que l'on précisât la nature des éléments qui devraient être pris en considération dans l'étude des cas signalés. Suivant ces indications, il a été établi, par les soins des membres français de la Conférence, un modèle de questionnaire qui a été distribué, sur tous les points du territoire français, aux agents du Ministère des postes et des télégraphes, ainsi qu'à ceux des autres départements ministériels et des Compagnies de chemins de fer qui ont bien voulu donner leur concours.

L'enquête, ouverte en janvier 1883, a porté jusqu'à ce jour sur plusieurs centaines de coups de foudre, sans parler des décharges observées sur les lignes télégraphiques qui ont été l'objet d'une étude distincte.

Conformément à un désir exprimé par M. Hervé-Mangon, j'ai fait

Digitized by Google

établir pour l'année 1883 un relevé, par ordre chronologique, des coups observés en dehors des lignes télégraphiques, avec la statistique des personnes ou des animaux tués ou atteints, et l'indication sommaire des objets frappés et de la nature des dégâts produits. J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie la première partie de ce travail, embrassant la période du 1er janvier au 30 juin.

Des instructions sont données pour que les questionnaires eux-mêmes soient communiqués aux membres de l'Académie qui désireraient connaître, d'une manière plus circonstanciée, les détails des phénomènes signalés.

MM. Appel et Chervet présentent une Note *sur la distribution du potentiel dans une masse liquide ayant la forme d'un prisme rectangulaire indéfini.*

M. P. Garbe a vérifié une fois de plus l'exactitude de la loi de Joule en étudiant la nature des radiations émises par les lampes électriques à incandescence et l'énergie rayonnée par ces lampes, à l'aide du calorimètre de M. Berthelot, d'un galvanomètre de Weber et d'un électromètre de Lippmann.

M. Jamin présente une nouvelle Note de M. E. Bouty *sur la conductibilité des dissolutions salines très étendues.* Il résulte d'expériences faites entre 2 degrés et 44 degrés centigrades que :

1° La conductibilité électrique d'un sel neutre en dissolution très étendue croît proportionnellement à l'élévation de la température, d'après la formule

$$c_t = c_0(1 + kt).$$

2° Le coefficient k est le même pour tous les sels neutres.

La valeur moyenne du coefficient k est :

$$k = 0,033543.$$

Séance du 18 février 1884.

M. le Président annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Th. du Moncel*, académicien libre, décédé le 16 février.

L'Académie décide que la séance sera levée, en signe de deuil, immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

Digitized by Google

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

—

Séance du 2 février 1884.

M. J. Carpentier, guidé par l'emploi journalier qu'il fait des appareils à miroir, a cherché à simplifier l'installation et l'observation de de ces instruments. Il décrit les dispositions qu'il a réalisées pour lui et qu'il recommande, et développe ses idées en prenant comme exemple les mesures faites à l'aide de galvanomètres Thomson.

Il présente deux modèles de galvanomètres Thomson : l'un a une seule paire de bobines et un équipage simple, l'autre deux paires de bobines et un équipage astatique de six barreaux aimantés. Ces modèles offrent cette particularité que l'on peut, sans enlever une seule vis, sans délier aucune communication, détacher les bobines, atteindre et même sortir l'équipage et sa suspension en fil de cocon. L'expérimentateur peut donc réparer et changer cet équipage sans la moindre difficulté ; il peut, en outre, donner à son galvanomètre la longueur de circuit la mieux appropriée à ses expériences, en substituant les unes aux autres des bobines faites en fil de différentes grosseurs.

Les instruments à suspension délicate demandent à être installés en dehors de la table de l'opérateur. M. J. Carpentier emploie des trépieds solides et peu encombrants : la tablette supérieure de ces trépieds, sur laquelle se pose le galvanomètre, mesure $0^m,30$ de diamètre ; elle est couverte par un disque métallique sillonné, suivant trois de ses rayons, par des rainures fraisées, où se placent, sans en pouvoir bouger, les vis calantes de l'appareil (plaque crapaudine). Une table quelconque peut alors servir d'établi à l'opérateur.

L'un des accessoires indispensables dans toute expérience est l'échelle sur laquelle se mesurent les déviations galvanométriques. M. J. Carpentier en a réalisé une qu'on observe par transparence. Elle est portée sur un pied d'optique et peut glisser dans une rainure de manière à permettre à l'opérateur de déplacer à sa guise le point de départ de ses mesures ; l'échelle est en celluloïde et partant peu fragile. Sur un même support sont disposés :

1° Le réticule dont l'image doit se former sur l'échelle, par réflexion sur le miroir concave porté par l'équipage du galvanomètre ;

2° Un miroir plan s'orientant d'une manière quelconque, grâce à deux mouvements, l'un de basculage, l'autre de pivotage, et pouvant ainsi recevoir un faisceau lumineux quelconque. Ce miroir forme

Digitized by Google

derrière le réticule un champ brillant sur lequel celui-ci se détache en noir.

L'une des manières les plus simples d'obtenir un faisceau lumineux convenable est de munir d'un petit réflecteur une bougie portée par un flambeau ordinaire. On peut aussi employer une petite lanterne comme celle que s'est faite M. J. Carpentier, et qui met la flamme éclairante à l'abri des agitations de l'air.

Les observations n'exigent aucunement l'obscurité pour être très nettes.

BIBLIOGRAPHIE

A BIBLIOGRAPHY OF ELECTRICITY AND MAGNETISM. — 1860 *to* 1883 — *with special reference to electro-technics, compiled by* G. MAY. *London.* Trübner and C°. Ludgate Hill. E. C.

Les importantes inventions qui ont été faites ces derniers temps dans toutes les sciences appliquées et spécialement dans le domaine de l'électricité et du magnétisme, ont donné le jour à des ouvrages dont le nombre croît de jour en jour. Parmi ces derniers, quels sont ceux qui sont dignes d'être consultés? quels sont les sujets spéciaux qui ont été traités d'une façon satisfaisante? où les trouve-t-on et quel est leur prix? ce sont autant de renseignements des plus précieux que l'on trouvera dans ce catalogue composé avec méthode, imprimé et relié avec assez de luxe pour faire bonne figure chez le bibliophile le plus exigeant.

A l'exception des ouvrages à l'usage des écoles qui ne traitent de l'électricité que d'une façon superficielle, tous ceux de quelque valeur, originaux ou traductions, qui ont paru depuis trente ans dans les centres intellectuels d'une certaine importance, ont été signalés avec un soin scrupuleux. Presque tous les idiomes y figurent ; en première ligne sont les allemands, anglais et français; puis viennent les italiens; les espagnols, danois, hollandais et suédois ne tiennent que le troisième rang; les livres polonais et russes ne sont représentés que par un ouvrage, tandis que le latin l'est par deux; il y a même un traité complet de télégraphie en hébreu. Ce catalogue se tiendra chaque année au courant des nouvelles publications, ne désespérons donc pas un jour très prochain de voir une théorie du potentiel en japonais, et un peu plus tard la théorie mécanique de l'électricité et du magnétisme dans la langue des Zoulous. T.

Digitized by Google

FAITS DIVERS

Ce que rapporte un cable transatlantique. — Le *Telegraphic Journal* nous fournit les données suivantes sur les revenus probables qui résulteraient de la pose de deux nouveaux câbles transatlantiques.

Il existe actuellement huit câbles en activité entre l'ancien et le nouveau continent. Les quatre premiers ont été posés par l'*Anglo-American Telegraph Company* en 1869, 1873, 1874, 1880; les deux suivants, datant de 1881 et 1882, appartiennent à la *Western Union Telegraph Company;* la *Direct United States Company* en a posé un en 1875 dont elle a l'entière propriété, et un en 1879, en participation avec la Compagnie de *Paris à New-York*. Cette dernière entreprise est connue sous le nom de *Pouyer-Quartier*. D'après un rapport présenté à l'assemblée de février des actionnaires de la *Direct United States Telegraph Company*, la valeur de ce câble au cours des actions serait d'environ 20 millions de francs. Les deux câbles posés par les frères Siemens pour *Jay Gould* ont coûté chacun 17 500 000 fr., il est probable que si l'on mettait un nouveau câble en adjudication, on obtiendrait des prix encore plus avantageux.

Les recettes brutes du premier semestre, avec le tarif de 2 shillings, s'élèveraient pour ces câbles à	10 834 125,00 fr.
Les dépenses pendant la même période à	2 776 162,50
Le revenu net semestriel serait par suite de	8 057 963,50 fr.
D'autre part, l'*Anglo-American Company* accuse pour le semestre suivant des recettes brutes s'élevant à	12 712 250,00 fr.
En supposant les mêmes dépenses de	2 776 162,50
Le revenu net pendant le second trimestre serait de	9 936 087,50 fr.

De sorte que l'on peut admettre pour un exercice annuel entier, un revenu net de 17 994 051 fr., soit 18 millions en nombre rond.

Supposons l'acquisition de deux nouveaux câbles au prix de 35 millions et admettons qu'ils absorbent les 2/10 des affaires et par suite des revenus nets des câbles en activité, on pourra compter sur un revenu net de :

$$2/10 \times 18\,000\,000 \text{ fr.} = 3\,600\,000 \text{ fr.}$$

D'après les précédents, le public s'attendant à un intérêt de 7 pour 100 pour le capital engagé, recevrait 2 625 000 fr. ; il ne resterait donc que 975 000 fr. comme fonds de réserve, soit environ 2,75 pour 100 du capital.

Mais si ce dernier ne s'élève qu'à 30 millions, chiffre qui probablement ne saurait être dépassé à l'avenir, déduction faite du service de l'intérêt n'absorbant plus que 2 150 000 fr., il resterait au fonds de réserve 1 450 000 fr., soit environ 4,85 pour 100 du capital.

Rob. Grimston a annoncé, à la séance tenue le 9 février de l'année dernière par l'*Anglo-American Company*, qu'avec le tarif de 1 shilling les recettes se sont élevées du 1er août 1881 ou 31 janvier 1882 à 7 595 500 fr., ce qui repré-

Digitized by Google

senterait pour une année 15 191 000 fr., soit environ les 2/3 des recettes obtenues avec le tarif de 2 shillings. En admettant que dans cette hypothèse on servit un intérêt de 5 pour 100 aux actionnaires, il resterait encore 3 pour 100 du capital engagé comme fonds de réserve. On peut donc se rendre compte de la valeur d'une pareille entreprise, si l'on pense au chiffre croissant des dépêches qui résulterait de l'abaissement du tarif.

Voici d'ailleurs dans quel rapport les diverses compagnies se partagent les recettes :

	Câbles.	Pour 100.		Pour 100 par câble.
Anglo-American C°	4	48 825	soit	12 206
American-Telegraph Cable C°	2	22 500		11 250
Direct United-States C°	1	16 275		16 275
Pouyer-Quertier C°	1	22 400		12 400
		100 000		

Phare électrique de Razza (Brésil). — Le 2 décembre dernier a été inauguré le premier phare électrique établi sur les côtes de l'Amérique du Sud. Il s'élève sur l'île Razza, à l'entrée de la baie de Rio-Janeiro. Son apparence est celle d'un feu tournant à deux éclats blancs et un éclat rouge, se succédant de 15 en 15 secondes, et d'une durée de 4 secondes chacun. L'intensité des éclats, aussi bien des éclats blancs que de l'éclat rouge, est de 120000 becs carcels environ, c'est-à-dire plus de soixante fois supérieure à l'intensité maximum que puisse réaliser un phare à huile de premier ordre, présentant la même apparence.

Un des avantages les plus importants qui résultent de cette énorme puissance lumineuse est de rendre le phare visible à une distance supérieure à la portée géographique. La lueur indirecte du phare est aperçue dans le ciel et en signale la position avant que le navigateur puisse recevoir la lumière directe. Ce fait, observé déjà, est constaté dans le rapport officiel de l'administration des Phares du Brésil, qui s'exprime en ces termes : « La lumière « indirecte était parfaitement visible, de manière à appeler l'attention d'un « marin quelconque, même non prévenu, jusqu'à une distance de 35 milles, « c'est-à-dire à trois milles et demi au delà du point de disparition de la « lumière directe. Au delà de 35 milles, elle restait encore visible pendant « un mille pour ceux qui, comme nous, connaissaient la position du phare. »

Nous croyons utile d'ajouter que, dans les phares électriques, cette portée de la lumière indirecte peut être considérablement accrue, aux dépens, il est vrai, de l'intensité de la lumière directe, en renvoyant vers le ciel, par une disposition convenable de l'appareil optique, une partie des rayons émis par le foyer lumineux.

L'appareil optique du phare de Razza, de 1^{m},40 de diamètre, est un des plus puissants qui aient été construits jusqu'à ce jour.

L'alimentation du foyer électrique est assurée par deux machines du système Gramme, type CT, à courant continu, dont une de rechange. Les machines à vapeur, d'une force nominale de 6 chevaux, sont aussi au nombre de deux, pour parer à tout accident et prévenir toute interruption du service. Ces pré-

Digitized by Google

cautions sont parfaitement justifiées par l'importance du phare, à l'entrée d'une baie où la navigation est des plus actives.

Tous les appareils employés à l'éclairage, machines à vapeur, machines électriques, mécanisme et montage de la lanterne, ont été construits à Paris, dans les ateliers de MM. Sautter, Lemonnier et Cie, et cette installation peut être citée comme la dernière expression du progrès dans la construction des phares.

—

RESPONSABILITÉ DES TÉLÉGRAPHISTES EN CAS D'ALTÉRATION DES DÉPÊCHES. — Un journal de Francfort (*Frkf. Ztg.*) mentionne le jugement suivant rendu par le tribunal local à propos de la responsabilité des employés des télégraphes, en cas d'altération de dépêches survenue par leur faute :

Z..... négociant avait commandé des circulaires à un imprimeur. Il lui donne contre-ordre par le télégramme suivant :

« Prière suspendre impression des circulaires, explications verbales prochainement. Z..... »

Ce télégramme parvient au destinataire sans la signature « Z..... » Or, comme l'imprimeur avait également reçu des commandes de circulaires d'autres clients, il attribua ce télégramme à une autre personne, dont il mit les circulaires de côté tandis qu'il fit tirer celles du négociant Z..... qu'il n'avait pas encore commencées. A la livraison de ces dernières, on s'aperçoit du malentendu causé par l'altération de la dépêche. Z..... n'ayant pas l'emploi de ces circulaires s'adresse à l'Administration des postes et télégraphes, la priant de lui désigner l'employé par la négligenge duquel ce fait s'était produit. Il fut répondu à Z..... qu'un tel était le coupable et qu'il serait frappé d'une amende.

Après de vaines tentatives de Z..... demandant à l'employé fautif de participer pour une centaine de francs aux dommages qu'il avait subis, ce négociant l'attaqua en dommages et intérêts. L'employé se retrancha derrière cette clause du règlement par laquelle l'Administration décline toute responsabilité du fait de la perte, de l'altération ou du retard d'un télégramme, clause qui dans sa pensée, s'étendait aux employés eux-mêmes ; il prétendit, en outre, que le plaignant était lui-même en faute, n'ayant expédié qu'une dépêche simple, tandis qu'en payant une légère surtaxe, il aurait eu droit à des dommages et intérêts. Le tribunal n'a pas reconnu ces raisons comme valables et a condamné l'employé à payer intégralement les dommages, l'irresponsabilité de l'Administration n'impliquant nullement l'irresponsabilité des employés pour des erreurs survenues par suite de leur négligence, dans le cas même où le télégramme n'a pas été recommandé.

Le propriétaire gérant,
G. MASSON.

9889 — Paris, Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus.

Digitized by Google

DOSAGE ÉLECTROCHIMIQUE DU CUIVRE
DANS LES MINERAIS PYRITEUX

La méthode de dosage du cuivre par précipitation électrochimique est actuellement bien connue des essayeurs. Décrite d'abord par Luckow[1], elle a reçu en Allemagne et en France des perfectionnements qui permettent de l'appliquer à très peu près dans tous les cas. Aujourd'hui les essais exécutés dans les usines du Mansfeld sur les minerais destinés à la fabrication courante, se font en grande partie par électrolyse. Il en est de même des premiers titrages appliqués sur les quais de Swansea à des minerais de provenances très variées, et qui souvent servent de base à d'importantes transactions.

Nous avons été conduit dernièrement à essayer l'électrolyse dans un cas pour lequel elle n'est point habituellement recommandée, et, après quelques tâtonnements, les résultats ont été assez réguliers pour pouvoir être comparés avec avantage à ceux obtenus par les plus exactes des anciennes méthodes.

Il s'agissait de minerais de cuivre d'une composition assez complexe contenant environ 3 pour 100 du métal utile. Ces minerais, essentiellement constitués par de la pyrite de fer ordinaire, donnaient à l'analyse complète de 45 à 48 pour 100 de soufre avec 40 environ de fer. Le plomb et surtout le zinc y figuraient en proportion notable, de 6 à 10 pour 100, et, circonstance plus gênante au point de vue des dosages, l'arsenic et l'antimoine y entrent dans la proportion relativement élevée de 1 à 1,50 pour 100.

Ce type de minerais cuprifères est d'ailleurs aujourd'hui l'un des plus répandus sur les marchés métallurgiques. Avec de légères variations dans la teneur en cuivre et dans la proportion des métaux mélangés, presque toutes les pyrites extraites des immenses amas du sud de l'Espagne que l'on apporte en Angleterre ou dans le bassin de la Ruhr pour être employées à la

[1] *Zeitschrift für an. Chemie*, t. VII.

Digitized by Google

fabrication de l'acide sulfurique et soumises ensuite à la chloruration, présentent la composition ci-dessus mentionnée.

Les deux circonstances défavorables au dosage électro-chimique, et qui le font habituellement rejeter pour ce genre de minerai, sont la présence d'une forte quantité de fer et celle de l'arsenic.

La présence du fer allonge considérablement l'opération. On a dû en effet commencer par dissoudre le minerai porphyrisé dans un acide oxydant, l'eau régale ou l'acide azotique concentré, et tout le fer se trouve à l'état de sesquioxyde (au maximum), dans la liqueur qu'il faut soumettre à l'électrolyse. Or, en ce cas, et étant donné que, pour obtenir la totalité du cuivre à l'état cohérent, on opère avec une grande surface d'électrode négative et un faible courant, ou, comme on dit aujourd'hui, avec une faible densité de courant, on remarque que les persels de fer se réduisent en entier avant la précipitation du cuivre. Cette réduction a lieu sous l'influence de l'hydrogène naissant déposé sur l'électrode en platine ; mais, en réalité on ne voit aucun gaz se dégager sur cette électrode ; l'électrode positive seule donne de l'oxygène et la teinte du liquide passe peu à peu du jaune au bleu verdâtre. Quand un minerai contient, comme c'est le cas de ceux que nous avons cités, 8 ou 10 atomes de fer pour 1 de cuivre, l'emploi de la méthode électrolytique donne donc lieu de ce fait à une perte de temps assez considérable, et à un mauvais emploi du travail des piles.

La présence de l'arsenic et de l'antimoine présente un inconvénient d'une autre nature également fort préjudiciable, lorsque ces métaux existent dans un minéral en proportion comparable à celle du cuivre. On sait que dans l'électrolyse ils se déposent à la fin de l'opération avec les dernières portions du cuivre qu'ils noircissent. Le poids du métal n'est altéré que d'une manière insignifiante, lorsqu'il s'agit par exemple d'un cuivre pyriteux contenant 20 à 30 pour 100 de cuivre pour 1 ou 0,5 pour 100 d'arsenic. Mais l'analyse d'une pyrite de fer simplement cuprifère qui, pour 2 à 3 pour 100 de cuivre, donne 1 à 1,5 d'arsenic et antimoine sera absolument faussée par le dépôt même partiel du second métal.

Dans les laboratoires du Mansfeld, on remédie à cet inconvé-

Digitized by Google

nient en calcinant au moufle le cuivre déposé une première fois par électrolyse, et en le soumettant ensuite à une deuxième électrolyse qui n'est qu'un simple transport dans l'acide nitrique étendu.

Après quelques essais dans ce sens nous avons trouvé plus avantageux d'opérer d'une façon un peu différente :

Si l'on ajoute de l'ammoniaque à la liqueur obtenue par attaque de la pyrite, on précipite non seulement tout le fer, mais encore l'arsenic, car on sait qu'il est entraîné en totalité dans ces circonstances à l'état de sel de peroxyde de fer. On se débarrasse ainsi des deux éléments dont la présence gênait ; malheureusement le précipité de fer entraîne une très notable proportion de cuivre. Il faut donc non seulement le soumettre à des lavages, mais encore le redissoudre, en un mot rentrer dans les pratiques longues et fastidieuses de l'analyse ordinaire, que l'emploi de l'électrolyse avait précisément pour but d'éviter.

On peut cependant se dispenser de ces précautions et cela d'une façon assez simple. Le précipité de fer d'aspect colloïdal retient du cuivre, il est vrai ; mais, comme il est aisé de s'en assurer par des expériences synthétiques, le phénomène est dû surtout à ce fait que le liquide qui imbibe l'hydrate de fer ne s'en sépare pas par l'action *mécanique* des lavages. En un mot, la dissolution cuivreuse que renferme l'hydrate de fer et dont le volume forme une fraction considérable du volume total n'est pas très sensiblement plus riche que le reste de la liqueur. Cela se constate aisément, comme nous l'avons dit, en préparant une liqueur cuivreuse contenant une proportion connue de cuivre, où l'on forme un précipité d'hydrate ou ferrique et titrant le reste.

Mais, s'il en est ainsi, il sera bien facile de déterminer le poids total de cuivre contenu dans une liqueur où l'on a précipité le fer. Il suffira d'effectuer cette précipitation de manière à ce *qu'au moment ou elle se fait*, le liquide ait un volume parfaitement connu, 150 cc. par exemple, et de doser le cuivre dans 50 ou 75 cc. pris en dehors du précipité. Puisque, comme nous l'avons remarqué, toute la liqueur a sensiblement la même composition, il suffira de multiplier par 2 ou 3 le poids trouvé, et l'on ne commettra d'autre erreur que celle de négliger le *volume*

Digitized by Google

de l'hydrate ferrique sec vis-à-vis du volume total, ce qui est absolument légitime si ce dernier est assez grand.

Voici comment on a opéré pendant quelque temps au laboratoire des mines d'Alosno.

La liqueur provenant de l'attaque de 1 ou 2 grammes de minerai porphyrisé par l'acide nitrique très concentré ou par l'eau régale (il faut seulement chasser l'acide chlorhydrique dans le second cas et le remplacer par l'acide sulfurique, de la manière habituelle) était versée dans un matras de 150 cc. et étendue à très peu près à ce volume, puis on y versait l'ammoniaque. On avait déterminé pratiquement le volume du vide qu'il faut laisser dans le matras pour pouvoir contenir l'amoniaque nécessaire à la précipitation, de telle sorte qu'en ajoutant cet ammoniaque, le matras se trouvait presque plein, et qu'il n'y avait plus qu'une addition de quelques gouttes d'eau à faire pour affleurer le trait de repère.

On filtrait alors, et les 75 ou les 100 premiers centimètres cubes recueillis sous le filtre étaient acidulés par quelques gouttes d'acide sulfurique, puis soumis à l'électrolyse.

Le cuivre se déposait très pur et bien exempt d'arsenic et d'antimoine, et son poids multiplié par 2 ou par 3/2, selon que l'on avait recueilli 75 ou 100 cc., donnait d'une manière régulière le titre du minerai analysé.

En faisant une seconde électrolyse sur une autre partie de la liqueur *non soumise au traitement par l'ammoniaque*, et en la prolongeant assez longtemps, on peut obtenir, avec le cuivre, l'arsenic et l'antimoine à l'état métallique. La différence entre ce dosage et celui que l'on aura fait en opérant comme nous l'avons dit d'abord, fournit donc le poids de ces deux corps : donnée extrêmement importante au point de vue de la valeur commerciale des minerais, et que les méthodes ordinaires de la docimasie ne permettent d'obtenir que d'une façon très pénible.

La seule prévention importante dans l'ensemble opératoire que nous venons d'exposer, est celle qui consiste à opérer la précipitation de l'hydrate ferrique dans un volume liquide *aussi rapproché que possible* de celui que l'on mesurera ensuite. Sans cela la liqueur adhérant par affinité capillaire à cet hydrate pourrait avoir une composition assez différente de celle de la

Digitized by Google

liqueur électrolysée, et les résultats ne présenteraient pas une exactitude suffisante au point de vue pratique. G. CHAPERON

EMPLOI DE L'ÉLECTROLYSE
POUR LA
PRÉPARATION DE LA CUVE D'INDIGO, ETC.

Dans mes communications antérieures[1], j'avais parlé de la formation des matières colorantes à l'aide de l'électrolyse et de l'emploi de l'électrolyse dans la teinture et dans l'impression, etc. Depuis, j'ai fait de nouvelles recherches que je publierai prochainement.

Aujourd'hui je ne reviens que sur un point, dont j'avais parlé dans ma dernière publication, où j'avais dit (voy. § IV) : « Enfin on peut employer le courant pour la préparation des cuves d'indigo, de noir d'aniline, etc., en profitant de l'hydrogène qui naît au pôle négatif. On arrive ainsi à la réduction du colorant tout aussi bien que par l'action des moyens réducteurs usuels, tels que le sulfate ferreux, le zinc, l'hydrosulfite, la glucose, etc. Pour les cuves basiques, on emploiera le mieux comme dissolvant, par exemple du blanc d'indigo, les alcalis, et pour les cuves acides, l'acide sulfurique. Lorsque les cuves sont préparées, on empêchera le mieux leur oxydation, en faisant agir sur elles l'électrode négative d'un faible courant continu. Naturellement il faut une séparation aussi complète que possible des deux électrodes, ce qui se peut obtenir assez facilement. »

Ce nouvel emploi de l'électrolyse offre en première ligne un intérêt scientifique, mais aussi un grand intérêt pratique. J'ai déjà fait une longue série d'essais sur la réduction de l'indigotine pure, de l'indigo, du noir d'aniline pur et d'autres colorants par voie électrolytique. Il ne s'agit pas seu-

[1] Voy. cette Revue : 1, t. II, n° 13, 15, octobre 1881 : *Rapport de M. Gaston Tissandier sur mes produits à l'exposition de l'électricité à Paris*. 2, t. II, n° 33, 15 août 1882.

Digitized by Google

lement de la réduction (hydrogénation) des colorants dans leur mélange avec une solution d'alcalis caustiques ou de bases alcalino-terreuses, comme la chaux, mais aussi de celle de leurs sulfoacides, sulfosels, etc.

Depuis ma première communication sur ce sujet, j'ai été questionné par différents collègues, qui ont voulu répéter mes essais, ce qui me décide à rompre le silence et à donner déjà aujourd'hui au moins les détails suivants sur la préparation de la cuve d'indigo alcaline.

Je mélange de l'indigo finement broyé avec une solution assez concentrée de potasse caustique. J'en remplis à moitié un vase en cuivre, par exemple un tel dont l'on se sert pour mesurer les liquides dans les fabriques; j'en remplis aussi une cellule en argile poreuse, comme on l'emploie pour les éléments galvaniques, pour les batteries galvaniques. Je place ce cylindre poreux au milieu du vase en cuivre. Je mets en contact le vase cuivreux avec le pôle négatif de ma batterie galvanique ou de la machine dynamo-électrique, dont je me sers ordinairement. Je plonge dans le contenu du vase poreux une lame de platine, qui sert comme pôle positif. Je chauffe légèrement et je fais passer le courant galvanique pendant trois à quatre heures.

Au pôle négatif, dans le vase en cuivre, il y a dégagement très fort d'hydrogène, et il se forme tant d'écume qu'il ne faut remplir le vase en cuivre que jusqu'à la moitié de sa hauteur pour empêcher que son contenu ne déborde pas. On remarque bientôt l'odeur caractéristique de la cuve d'indigo.

L'indigo bleu se change en indigo blanc, qui se dissout dans la solution caustique. La cuve obtenue est jaune vert et se recouvre à l'air de cette pellicule caractéristique pour la cuve d'indigo. Le coton, plongeant alternativement dans la cuve et dans l'air, se teint en pur bleu d'indigo aussi solide que celui obtenu par les cuves ordinaires.

Je présente à la rédaction de ce journal un échantillon de tissu coton teint au bleu par la cuve obtenue par voie électrolytique.

Quant à la métamorphose au pôle positif, où il y a aussi dégagement de gaz et formation d'écume, mais en moindre quantité, j'en rendrai compte dans une prochaine communication détaillée.

Digitized by Google

Au lieu de préparer d'abord la cuve et de teindre seulement après, on peut, après avoir fait passer le courant galvanique par le mélange de la solution alcaline et de l'indigo broyé pendant quelque temps, exécuter tout de suite la teinture, en même temps que la réduction du colorant par l'action de l'hydrogène électrolytique a lieu. On n'a qu'à plonger alternativement le tissu dans le contenu du vase en cuivre et dans l'air.

On n'a pas besoin de chauffer le mélange; on peut faire l'hydrogénation de l'indigo à froid. L'opération est tellement simple qu'elle peut être exécutée en grand dans les fabriques.

Ainsi il est possible de changer au moyen de l'électrolyse, c'est-à-dire de l'hydrogène électrolytique qui se dégage au pôle négatif, le bleu d'indigo en blanc et d'arriver ensuite par la teinture dans la cuve électrolytique à la teinte d'indigo. Il est de même possible par l'électrolyse, mais au pôle positif, comme j'ai déjà montré dans mon dernier travail, en employant certains sels comme électrolytes, de ronger le bleu d'indigo et d'obtenir des dessins blancs sur fond bleu, et même, dans certaines circonstances, des dessins colorés.

Pour ronger le bleu d'indigo, je trempe le tissu dans une solution de salpêtre acidulée d'acide sulfurique et je le place par exemple sur une feuille de platine, ou sur une plaque de plomb qui servent d'électrode négative et qui reposent sur une plaque de caoutchouc ou de verre bien poli. Pour obtenir des traits ou des dessins blancs je touche après le tissu avec un fil de platine ou d'or, qui forme l'électrode positive, ou bien je pose sur le tissu les timbres platinés ou les figures en feuilles de platine, les monnaies ou médailles, en or ou en platine (dorées ou platinées), que je presse encore légèrement par une petite plaque en plomb posée dessus, et mise en contact avec le pôle positif par un fil de cuivre.

On obtient une bonne copie, des traits ou dessins, en repliant huit à seize fois le tissu qui repose sur la feuille de platine formant l'électrode négative. On peut même augmenter considérablement le nombre de couches ; le courant passera très bien. Naturellement cet arrangement ne peut pas seulement servir pour le rongeage du bleu d'indigo, mais pour la formation et fixation simultanées des matières colorantes les plus

Digitized by Google

différentes, sur fond blanc, ou en rongeant simultanément, sur rouge turc ou bleu d'indigo.

Au lieu de ronger par voie électrolytique le bleu d'indigo à l'aide d'une solution de salpêtre, j'ai employé aussi le moyen dont je me suis servi pour le rongeage électrolytique du rouge turc, c'est-à-dire un mélange d'une solution de chlorhydrate d'ammoniaque ou de chlorure de sodium et d'acide citrique, ou d'acide citrique et d'acide tartrique.

Comme je l'ai dit déjà dans des publications antérieures, je suis persuadé, que ces réactions électrolytiques, que la formation et fixation simultanées des matières colorantes sur tissu, papier, etc., ainsi que le rongeage des couleurs fixées sur les mêmes fibres, se laisseront employer dans la télégraphie chimique. D[r] FRÉDÉRIC GOPPELSROEDER.

LES PILES HUMIDES DE M. TROUVÉ

Dans la description des diverses manières de séparer les électrolytes dans les piles électriques à deux liquides[1], j'aurais dû signaler la disposition ingénieuse adoptée depuis longtemps[2] par M. G. Trouvé dans ses piles humides : ces couples méritent une description spéciale.

La figure 1 montre l'un des modèles construits par l'inventeur.

Les électrodes zinc et cuivre, de forme circulaire, sont séparées par de nombreuses rondelles de papier buvard. La moitié inférieure de cette colonne de papier, celle qui est contiguë au cuivre, est fortement imprégnée de sulfate de cuivre, par une immersion dans une solution concentrée et bouillante de ce sel ; la moitié supérieure contiguë au zinc est faiblement imprégnée de sulfate de zinc par immersion dans une solution étendue et froide.

[1] *Vases poreux et cloisonnements*, voy. l'*Électricien* des 15 décembre 1883 et 1[er] janvier 1884.
[2] *Compt. rend. des séances de l'Acad. d. sc.*, 22 déc. 1873.

Digitized by Google

L'ensemble est monté sur une tige centrale en laiton, soudée à l'électrode inférieure en cuivre ; cette tige, isolée latéralement par une gaine de caoutchouc, traverse toutes les rondelles de papier et l'électrode supérieure en zinc, pour venir se suspendre au centre d'un disque d'ardoise, servant de couvercle au récipient de verre qui renferme le couple.

La tige centrale, filetée à sa partie supérieure, est le pôle positif du couple ; une tige latérale, émergeant pareillement du

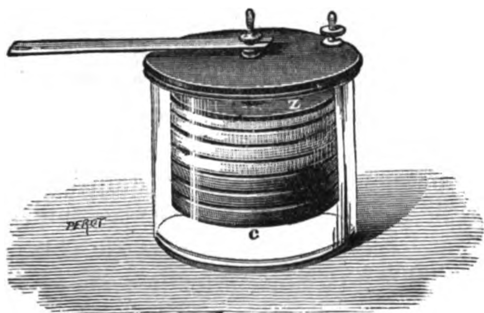


Fig. 1. — Pile humide de M. Trouvé.

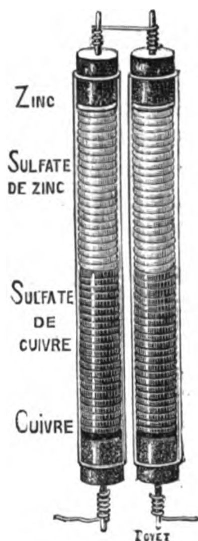


Fig. 2.

couvercle, est en communication avec l'électrode zinc : c'est le pôle négatif.

Si l'on dessèche la pile, les deux électrodes se trouvent isolées l'une de l'autre, et l'appareil, *inerte quoique chargé*, conserve indéfiniment sa provision de matières actives.

Par une simple exposition à l'air, le papier et les sels qu'il contient s'humectent, le sulfate de zinc surtout, et la pile peut fonctionner. Sa résistance est alors très grande.

Pour la mettre franchement en activité, il suffit de la tremper dans l'eau, puis de la laisser égoutter dans sa position normale avant de la replacer dans son récipient. Le papier buvard reste

Digitized by Google

imprégné de sulfates dissous, et la pile, quoique ne contenant pas de liquides libres, peut fournir un courant d'intensité suffisante pour les besoins de l'horlogerie électrique ou de la télégraphie.

Enfermée dans le vase de verre, la pile garde longtemps son eau d'imbibition ; elle est très constante. Sa durée est fort grande, parce que les sels ne peuvent se mélanger comme dans les couples à liquides libres.

C'est seulement à la surface que les deux sulfates pourraient progresser l'un vers l'autre, véhiculés par l'humidité ambiante ; mais l'inventeur a paré à cet inconvénient en disposant ses papiers par rondelles de douze disques chacune, et de deux diamètres alternativement différents, de sorte que la génératrice de la colonne spongieuse est une ligne brisée, infranchissable pour les sels voyageurs.

Quand il s'agit d'une pile de plusieurs couples, il n'est pas nécessaire que chacun d'eux ait un récipient ; on en met un certain nombre dans la même boîte, fixés au couvercle commun en prenant des dispositions convenables pour les couplages et les isolements.

Le dispositif Trouvé empêche radicalement la diffusion du sulfate de cuivre du côté zinc, si onéreuse dans les autres formes de la pile Daniell ; il est certainement applicable à quelques autres combinaisons voltaïques primaires ou secondaires.

Voici les données de construction relatives au modèle de la figure 1.

Diamètre des électrodes	9 centimètres.
Distance entre les électrodes	5 —
Cet espace est rempli par.	12 disques.
Les diques sont composés chacun de	25 papiers.
Soit en tout	300 —
Poids du sulfate de cuivre occlus ($SO^4Cu,5HO$).	300 grammes.
Poids du sulfate de zinc occlus ($SO^4Zn,7HO$).	20 —

300 grammes de sulfate de cuivre correspondraient théoriquement à une émission totale de 235 000 coulombs ; mais la pile est pratiquement épuisée avant d'avoir fourni cette quantité. Son débit étant faible, elle peut travailler continuellement pendant plusieurs mois ; en service intermittent, on l'a vu fonc-

Digitized by Google

tionner deux années. Le papier dure aussi longtemps que l'électrode zinc; on le remplace en même temps qu'elle.

En allongeant la pile, on accroît à la fois sa capacité de travail et sa résistance; en l'élargissant on n'accroît que sa capacité et l'on diminue sa résistance.

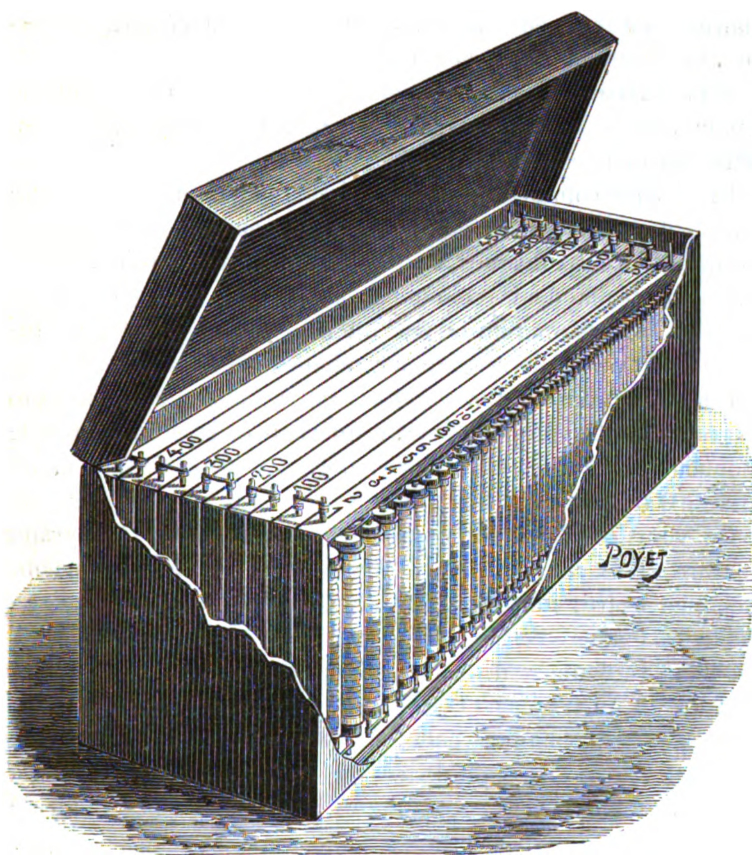


Fig. 3. — Boîte de 500 couples.

La résistance n'a été mesurée sur aucun modèle; on sait pourtant qu'elle est plus grande que celle des piles à liquides libres de dimensions correspondantes.

La f. e. m. doit être environ 1,068 volts. D'après mes récentes

Digitized by Google

mesures sur la f. e. m. des couples Daniell[1], il y aurait avantage à remplacer le zinc ordinaire par du zinc amalgamé, et le sulfate de zinc par du sel marin : la f. e. m. monterait vers 1,145 volts.

La pile Trouvé est assez connue dans la forme qui vient d'être décrite, car l'inventeur l'a répandue à un grand nombre d'exemplaires et en trois ou quatre formats, pour l'horlogerie électrique, la télégraphie militaire et les usages médicaux.

Mais il existe une autre forme de pile humide, plus simple et à mon avis plus intéressante, qui mérite d'être décrite. C'est celle représentée figure 2.

Ici, chaque couple se compose simplement d'un tube de verre rempli de rondelles de papier buvard imprégnées comme il a été dit, et de deux disques, l'un de cuivre, l'autre de zinc, placés aux deux bouts de la colonne de papier. Le tube est fermé à chacune de ses extrémité par un bouchon de liège que traverse un fil de cuivre soudé à la rondelle correspondante.

Les dimensions de ces couples sont variables ; ceux que j'ai vus ont 1 centimètre de diamètre intérieur et 10 centimètres de longueur ; demandés en grand nombre, ils seraient obtenus au prix de 0 fr. 25 l'un.

On pourrait, dans un espace restreint, monter un grand nombre de ces couples, pour former une pile de haute tension, très bien isolée, constante, durable et d'un prix modique. La meilleure manière de la monter serait peut-être de suspendre les éléments verticalement, à des cadres horizontaux. Mais pour la commodité du transport et de l'usage, M. Trouvé préférerait les caser par groupes dans des boîtes maniables. La figure 3 représente le projet d'une pile humide de 500 couples ainsi montée. La caisse aurait environ 80 centimètres de longueur et 20 de largeur.

On sait l'intérêt que présentent les batteries de tension pour l'étude de l'électricité à haut potentiel. Mais le montage d'une pile d'un grand nombre de couples est si coûteux, l'isolement en est si difficile, que peu de physiciens ont pu jusqu'à présent s'offrir une batterie de plusieurs milliers de volts; on cite

[1] Voy. l'*Électricien* du 1er mars 1884.

Digitized by Google

M. Gassiot avec ses couples zinc, platine, eau, et M. Warren de la Rue avec ses piles au chlorure d'argent[1].

Grâce aux couples tubulaires, les hauts potentiels pourraient être étudiés commodément par des électriciens moins fortunés, et recevoir peut être des applications pratiques.

C'est surtout à ce point de vue que je voulais signaler la pile humide de M. Trouvé dans sa forme simple, la plus économique et la moins connue. ÉMILE REYNER.

ÉTUDE GÉOMÉTRIQUE ET MÉCANIQUE

DES ÉQUIPAGES GALVANOMÉTRIQUES

(3e ARTICLE[2])

Cas de l'équipage double. — L'application de l'aimant auxiliaire conduit à des résultats analogues, mais le problème est plus complexe: nous allons faire voir comment on le ramène au précédent par des considérations géométriques.

Supposons (fig. 9) que l'on dispose un aimant auxiliaire BA à une certaine hauteur h au-dessus du système magnétique supérieur ab d'un équipage double de longueur d. De la sorte les forces déviatrices dues à l'aimant auxiliaire n'ont pas les mêmes valeurs sur les deux parties de l'équipage.

Sur ab, par exemple, la force est attractive (pour fixer les idées) et a F pour valeur; si μ est le moment magnétique de cette aiguille, le couple déviateur correspondant a pour moment $F\mu$.

Sur $a'b'$ la force sera répulsive et aura F' pour valeur

$$(h' = h + d).$$

En général cette aiguille a un moment μ' différent de μ, nous supposerons $\mu > \mu'$, c'est-à-dire, que sans aimant directeur, l'équipage est *dirigé* par son système supérieur : le couple déviateur a alors pour moment $F'\mu'$ et est dirigé en sens inverse du premier.

[1] La batterie secondaire de 800 couples avec laquelle M. Gaston Planté exécute ses magnifiques expériences, ne doit pas entrer en ligne ici, car elle donne des effets de *quantité* qui ne pourraient être obtenus avec les piles très résistantes de M. Trouvé.

[2] Voy. l'*Électricien* du 1er mars 1884.

Digitized by Google

Pour simplifier au début le problème, nous supposerons que les axes *ab*, *a'b'* des aiguilles sont dans un même plan. La figure 9 *bis* indique les constructions géométriques relatives à un

Fig. 9.

écart δ de l'aimant auxiliaire et aux deux aiguilles considérées isolément, indépendamment l'une de l'autre. Les bases OP et O'P' sont respectivement égales à $H\mu$ et à $H\mu'$, les rayons parallèles OG et O'G' sont égaux à $F\mu$ et à $F'\mu'$; les longueurs PG et P'G' représentent en grandeur et direction les moments des couples magné-

Fig. 9 *bis*.

tiques résultants; PG est (dans le cas de la figure) dirigé de P en G et P'G' de G' en P'.

Pour avoir la position d'équilibre résultante de l'équipage, il

Digitized by Google

faut composer les deux couples; aussi vaut-il mieux de suite superposer les deux constructions (fig. 10) de telle sorte que les points P et P′ coïncident en P. La ligne GG′ représente alors en grandeur, direction et sens (de G′ en G) le moment cherché.

Il est plus simple de tracer avec o pour centre et $F\mu - F'\mu' = OG - O'G'$ pour rayon une circonférence et de tracer $o'g$ qui se trouve égale et parallèle à G′G : de la sorte, la construction se

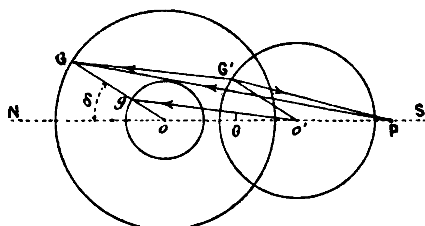


Fig. 10.

simplifie et se réduit à une figure identique à celle relative à l'équipage simple : on prend pour base

$$oo' = oP - o'P' = H\mu - H\mu' = H(\mu - \mu') = H d\mu$$

(qui remplace $oP = H$) ; on trace une circonférence avec o pour centre et $F\mu - F'\mu' = og$ pour rayon (au lieu de F).

L'angle $goN = \delta$ représente l'orientation de l'aimant directeur (le pôle boréal étant du côté de og); l'angle $go'o = \theta$ figure la déviation de l'équipage. La droite $o'g$ représente en direction et sens (de o' en g) la force directrice totale et sa longueur mesure le moment du couple magnétique résultant $M = \mu_1 R$.

Les formules qui donnent la valeur de la sensibilité et la durée d'une oscillation sont identiques à celles que nous avons données plus haut, il suffit d'y remplacer $Hd\mu$ par $M = \mu_1 R$.

$$\sigma = \frac{\varphi}{i} = \frac{2B\mu_1}{M} = 2B\frac{1}{R} \qquad t = \pi\sqrt{\frac{I}{M}} = \pi\sqrt{\frac{I}{\mu_1 R}} = \pi\sqrt{\frac{I}{2B}\frac{\sigma}{\mu_1}},$$

Il ne reste plus maintenant qu'à étudier le cas où les deux systèmes magnétiques d'un équipage n'ont pas leurs axes parallèles, mais faisant entre eux un angle d'ailleurs très petit ε.

Supposons (fig. 11) que oa et ob' représentent les demi-lon-

Digitized by Google

gueurs des axes magnétiques des aiguilles supérieure et inférieure d'un équipage : l'angle $aob' = \varepsilon$. Portons suivant aA et b'B' des longueurs représentant en grandeur, direction et sens les moments des couples magnétiques Fμ, F'μ' que subissent chacune des aiguilles sous l'influence de l'aimant auxiliaire combinée avec l'action terrestre. Ces valeurs sont fournies par les constructions géométriques des figures 9 *bis* ou 10 ; aA est égale et parallèle à PG, b'B' à G'P'.

L'équipage sera en équilibre si les moments de ces couples par rapport au point o sont égaux ; sur la figure 11, ces moments sont représentés par les aires des triangles oaA, ob'B' et par suite

Fig. 11.

par les distances des points A et B' aux droites oa et ob'. En menant par o des droites parallèles et égales $o\alpha$ et $o\beta'$, les distances $\alpha\alpha'$ et $\beta\beta'$, doivent être égales.

Si $o\beta'$ tourne autour de O d'un angle ε pour venir en $o\beta''$, le point β'' sera à une distance de oa précisément égale à $\beta'\beta''$, ou à $\alpha\alpha'$, et la ligne $\alpha\beta''$ sera coupée en son milieu I par oa.

La recherche de la position d'équilibre de l'équipage se résume donc à la construction suivante (fig. 11).

Tracer $o\alpha$ et $o\beta'$, puis $o\beta''$ faisant avec $o\beta'$ l'angle ε ; joindre $\alpha\beta''$ dont le milieu est en I. La droite OI donne l'orientation de l'axe oa de l'aiguille supérieure de l'équipage ; l'axe ob' fait avec oa l'angle ε. D'autre part le moment du couple résultant est représenté par le double de la longueur OI.

Il est avantageux et intéressant de superposer cette construction

Digitized by Google

à celle qui donne en grandeur et position les longueurs $o\alpha$ et $o\beta'$, afin d'imiter ce qui a été fait sur la figure 10 ; c'est ce qu'on a réalisé figure 12.

Prenons une base oo' égale à $Hd\mu$; avec o et o' pour centres et $F\mu$, $F'\mu'$ pour rayons, décrivons deux circonférences ; plaçons sur oo' le point P tel que $Po = H\mu$, et par suite $Po' = H\mu'$. Traçons les rayons OG, O'G' parallèles à la direction de l'aimant directeur ; PG, G'P représentent en grandeur, direction et sens les longueurs $o\alpha$ et $o\beta'$: faisons tourner PG' autour de P d'un

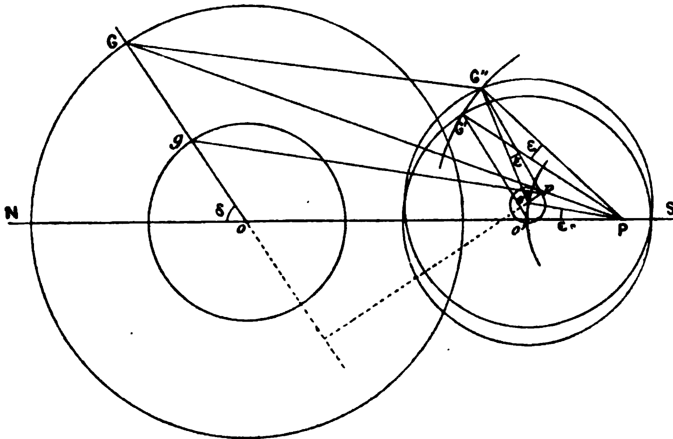


Fig. 12.

angle ε pour venir en PG''. La ligne GG'' sera la résultante cherchée remplaçant GG' de la figure 10.

En traçant avec o pour centre et $F\mu - F'\mu'$ pour rayon une circonférence, elle coupe le rayon OG en g ; $gG = F'\mu' = G'O' = G''p$ menée en conséquence parallèlement et égale à G'O'. Alors pg est égale et parallèle à GG'' et remplace $o'g$ de la figure 10.

Quand δ varie, G'' se déplace sur une circonférence qui a $F'\mu'$ pour rayon et dont le centre est en o'' ; o'' ayant tourné autour de P d'un angle $O''PO' = \varepsilon$; d'autre part, $G''O'' = G'O' = G''p$ et $o''G''p = \varepsilon$.

Grâce à la petitesse de l'angle ε nous pouvons substituer la tangente ou la corde à l'arc et admettre que :

p est sur une circonférence ayant $o''p = G''p\,\varepsilon = F'\mu'\varepsilon$ pour rayon ;

Digitized by Google

$o'o''$ est perpendiculaire à oo' et égale à $PO'\varepsilon = H\mu'\varepsilon$;

$O''p$ est perpendiculaire à $G''p$ et par suite à OG, direction de l'aimant auxiliaire.

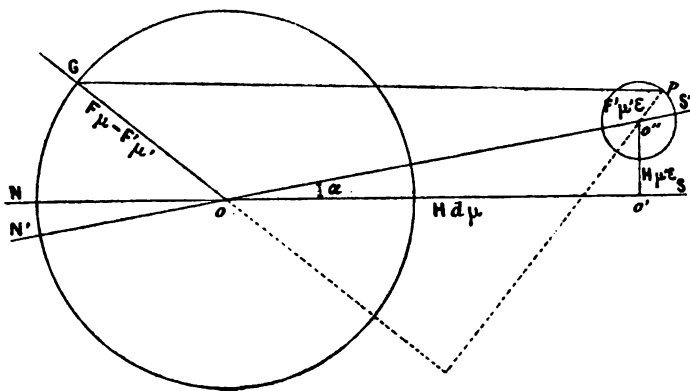


Fig. 13.

D'où la construction de la figure 13 dégagée de tous les détails inutiles.

Il est à remarquer que l'angle $o''oo'$ a pour tangente :

$$\frac{H\mu'\varepsilon}{Hd\mu} = \frac{\mu'}{d\mu}\varepsilon = \tan g\,\alpha.$$

La ligne oo'' ou N'S' n'est donc autre chose que la direction que prend naturellement l'axe magnétique de l'aiguille supérieure de l'équipage lorsqu'il n'y a pas d'aimant directeur.

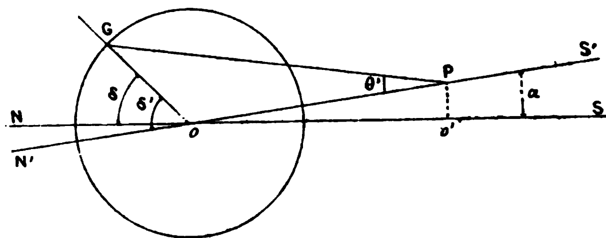


Fig. 14.

Dans la plupart des applications, la construction se simplifie encore ; la longueur de l'équipage d est assez grande pour que F soit très faible par rapport à H' ; la circonférence ayant o'' pour

centre et $F''\mu'\varepsilon$ pour rayon, peut être confondue avec son centre et la figure 13 se transforme en la figure 14 qui rappelle complètement la figure 8. La seule différence est que l'on prend pour base $OP = H\sqrt{d\mu^2 + \mu^2\varepsilon^2}$, et que l'on dispose cette base suivant le *méridien apparent* de l'équipage, c'est-à-dire suivant l'orientation N'S' que prend naturellement l'aiguille supérieure *ab*, lorsqu'il n'y a pas d'aimant directeur, le rayon OG a pour valeur $F\mu - F'\mu'$.

Les choses se passent donc comme si l'on avait affaire à un équipage simple dont les paramètres seraient convenablement choisis.

(*A suivre.*) J. Pollard.

EXPOSITION DE VIENNE

APPAREIL
POUR LA MESURE DE LA VITESSE D'UN COURS D'EAU
SYSTÈME HARLACHER, PROFESSEUR A PRAGUE

L'appareil représenté ci-dessous est destiné à mesurer électriquement la vitesse des cours d'eau.

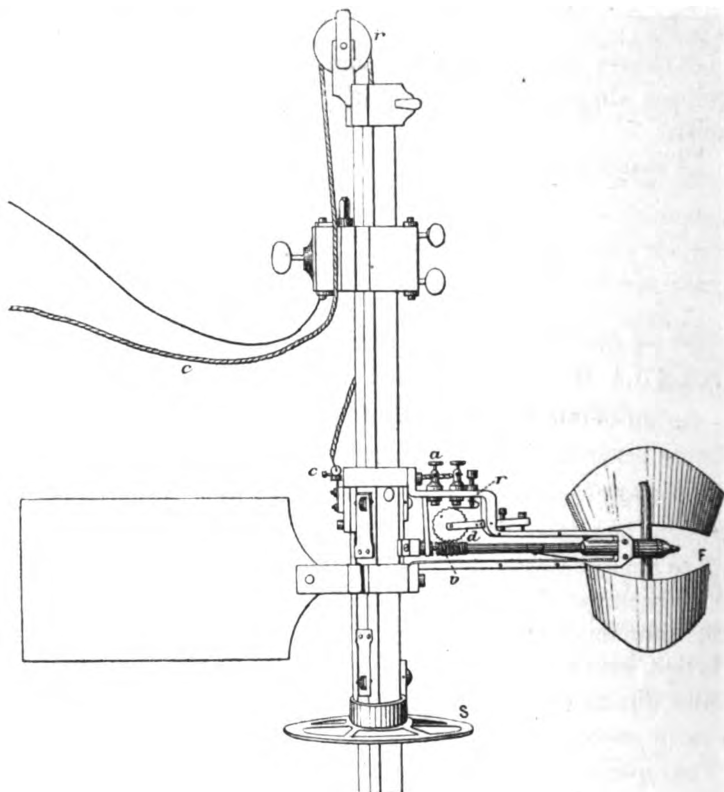
Il se compose essentiellement d'une tige en fer, de 4 mètres de longueur et de 0,032 de diamètre, présentant une rainure longitudinale de $0^m,005$ de largeur. Un crochet, solidement fixé à la tige, sert à attacher une corde *c* qui passe, à la partie supérieure, sur une poulie *r*, et qui sert à faire monter ou descendre la partie mobile de l'appareil.

Pour que les ailettes ne soient pas exposées à se détériorer, en frottant contre le fond de la rivière, la tige est terminée à la partie inférieure par une partie amincie qui s'enfonce dans le sol sur lequel repose l'instrument par l'intermédiaire du plateau évidé S.

Les ailettes, dont l'axe repose sur de l'agate à ses deux extrémités, présentent la forme d'une surface héliçoïdale de 0,15 de diamètre extérieur, de 0,05 de diamètre intérieur et de 0,30 de pas. L'inclinaison sur l'arbre est de 120 degrés.

Digitized by Google

L'axe porte une vis sans fin *v* qui engrène dans une petite roue de 50 dents *d*, portant en outre une pointe de platine qui, à chaque tour, vient toucher le ressort isolé *r* en fermant le circuit d'une pile que l'on utilise comme on le verra plus loin. En outre, cet arbre porte un cylindre formé de deux parties égales de platine et de caoutchouc, sur lequel frotte un ressort relié



électriquement avec la borne *a*, de sorte que le circuit peut encore de cette façon être fermé à chaque tour.

Comme l'axe de l'ailette est isolé par les deux coussinets en agate dont nous avons parlé, on a dû établir sa liaison métallique avec le reste de l'instrument par un autre ressort.

L'ensemble de ce mécanisme est placé dans une boîte en ferblanc dont le couvercle peut être soulevé ; la fermeture toutefois

Digitized by Google

n'est pas suffisamment étanche pour ne pas permettre à l'eau de pénétrer à l'intérieur.

Comme pile, on emploie deux ou trois éléments Leclanché emballés dans une boîte spéciale avec l'appareil récepteur et un tambour sur lequel s'enroule la corde *c*.

Le compteur de tours est formé d'un électro-aimant relié à l'ancre d'échappement d'un mouvement d'horlogerie. On comprend aisément qu'à chaque tour de l'arbre de l'ailette, le courant, envoyé dans l'électro, produit un déplacement de l'ancre qui fait avancer d'une division l'aiguille d'un cadran. Ce compteur est si simple que nous croyons inutile de le décrire plus en détail.

La corde *c*, dont nous avons parlé et qui sert à suspendre l'appareil, est en même temps fil conducteur. Elle est formée à cet effet de plusieurs fils de cuivre minces et flexibles enveloppés de gutta-percha et de chanvre goudronné.

Chaque rotation de l'ailette peut également être comptée au son, à l'aide d'une sonnerie qui tinte à chaque fermeture du circuit.

Cet ensemble peut être complété à l'aide d'appareils enregistreurs permettant d'obtenir, par intégration, le nombre de tours de l'appareil, la profondeur à laquelle il se trouve, enfin la durée d'une mesure. Cette méthode est à recommander surtout lorsqu'il s'agit d'obtenir un grand nombre de mesures en peu de temps avec la plus grande précision possible. La description de ces appareils nous entraînerait beaucoup trop loin, nous n'insisterons donc pas davantage sur ce système de moulinet que nous voulions simplement signaler à l'attention de nos lecteurs.

L. Chenut.

LAMPE A ARC

SYSTÈME PIETTE ET KRIZIK, DE SILÉSIE

L'exposition de MM. Piette et Krizik, de Pilsen, était sans contredit l'une des plus importantes.

Digitized by Google

Nous ne décrirons que la lampe à arc à régulateur automatique dont la figure 2 donne une vue perspective.

Cet appareil est formé essentiellement de deux solénoïdes dont l'un, A, comporte un fil fin et long, d'une résistance de 100

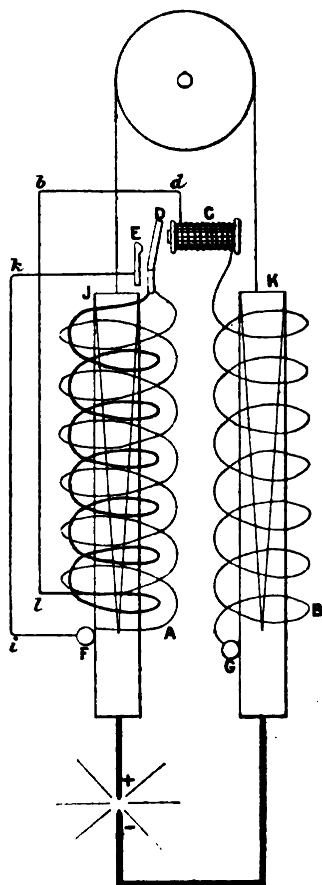


Fig. 1. — Schéma.

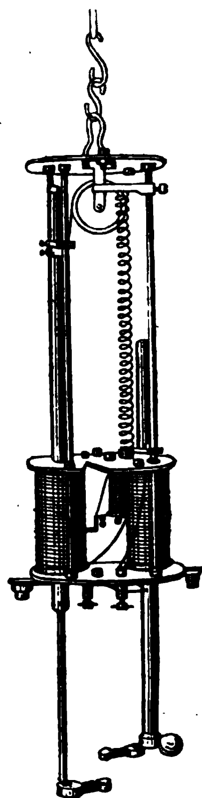


Fig. 2. — Vue perspective.

ohms environ, et l'autre B, un fil gros et court (fig. 1). A l'intérieur de ces solénoïdes pénètrent deux noyaux coniques en fer doux de même forme.

Si l'on admet, pour un instant, que les solénoïdes sont identiques comme résistance, les noyaux en fer pénétreront à une égale profondeur à l'intérieur de ces solénoïdes; mais si l'on

Digitized by Google

fait varier la résistance de l'un deux, en l'augmentant par exemple, l'intensité diminue dans le solénoïde correspondant et, comme elle augmente dans l'autre solénoïde, le noyau de ce dernier pénètre plus profondément que le premier. Si la résistance redevient la même, les noyaux reprennent leur position primitive d'équilibre.

Tel est le principe du régulateur Piette et Krizik.

Le courant, arrivant en *b*, passe par *b* et *d* dans l'électro-aimant C, le solénoïde B, et par la poulie G dans un cylindre en laiton enveloppant le noyau K et supportant le charbon négatif. Le courant passe ensuite par l'autre charbon dans le cylindre en laiton enveloppant le noyau J et retourne par la poulie F, et *i* à la source électrique.

En *b* vient s'embrancher un circuit secondaire conduisant le courant dans un gros fil qui entoure le solénoïde A. Ce courant arrive à l'armature D et revient par le fil fin du solénoïde à la poulie F.

A l'état de repos, les deux charbons sont en contact. A cet effet, on donne au noyau J un poids légèrement supérieur à celui du noyau K.

Quand le courant est envoyé dans la lampe, c'est l'action du solénoïde B qui prédomine tout d'abord; le cône H pénètre donc à l'intérieur de ce solénoïde et les deux charbons s'écartent en donnant naissance à l'arc voltaïque. Au fur et à mesure de l'usure des charbons, la résistance augmente graduellement jusqu'au moment où c'est le noyau J qui est attiré.

La lampe règle donc elle-même et automatiquement la longueur de l'arc, sans qu'il faille, au préalable, déclancher un mécanisme quelconque destiné à rapprocher les charbons.

Quand plusieurs lampes sont intercalées sur le même circuit, et que l'une d'elles vient à s'éteindre, par suite de l'interruption du courant, dans le circuit principal, l'électro-aimant C, intercalé, cesse de fonctionner, et l'armature D en s'écartant vient toucher la pointe E. Dans ce cas, le courant qui part de *b* traverse *b*, *l*, le gros fil, qui a la même résistance que l'arc; puis l'armature D, la pointe E, et retourne par *k* et *i* à l'appareil générateur. Cette lampe se trouve donc isolée, ce qui n'empêche pas les autres de fonctionner.

Digitized by Google

On remarquait dans l'Exposition un grand nombre de lampes de ce système dont la plus importante était celle de 20 000 bougies, installée dans la lanterne de la rotonde.

Dans le pavillon des télégraphes autrichiens se trouvaient des lampes, du type représenté figure 2, placées au centre de globes formés de six glaces en verre dépoli, enchâssées dans de grosses nervures en cuivre. Dans le but d'éviter l'ombre portée par les charbons, on s'est arrangé de manière à ce que les noyaux lumineux se croisent devant les nervures.

Nous devons signaler aussi un ampère-mètre dû à M. Krizik. construit sur le même principe que sa lampe, et six dynamos de Schuckert, de Nuremberg, actionnées par un moteur de 60 chevaux, fournissant chacune l'électricité nécessaire au fonctionnement de 12 à 15 lampes de 1500 bougies chacune.

L. Chenut.

LA TÉLÉPHONIE A L'EXPOSITION DE VIENNE

(3e article [1])

III. — Commutateurs pour bureaux centraux.

Commutateur de l'Administration française. Système Sieur. — Le commutateur à crochets de M. Sieur, contrôleur aux téléphones de l'État, était exposé à Vienne en petits groupes formant des tableaux d'appartements construits par la maison Breguet, et en deux groupes de vingt-cinq réunis sur un grand panneau pour bureau central. Ce panneau figurait à la fois dans la section du Ministère des postes et télégraphes, et dans l'exposition de M. de Branville, son constructeur. Il a été adopté par le Ministère pour les installations des bureaux centraux de Reims, Roubaix, Tourcoing, où l'on a établi l'an dernier des réseaux téléphoniques exploités par l'Etat. Ces réseaux sont à simple fil.

Les dispositions générales du panneau Sieur sont les mêmes que celles des installations de la Société générale des téléphones, en ce qui concerne : la source d'électricité, pile Leclanché pour l'appel et

[1] Voy. l'*Électricien* du 15 février 1884, n° 69, p. 171, et celui du 1er mars.

Digitized by Google

le microphone; le groupement des blocs d'arrivée des lignes par séries de 25, avec un jeu de renvois pour deux séries de 25; l'emploi

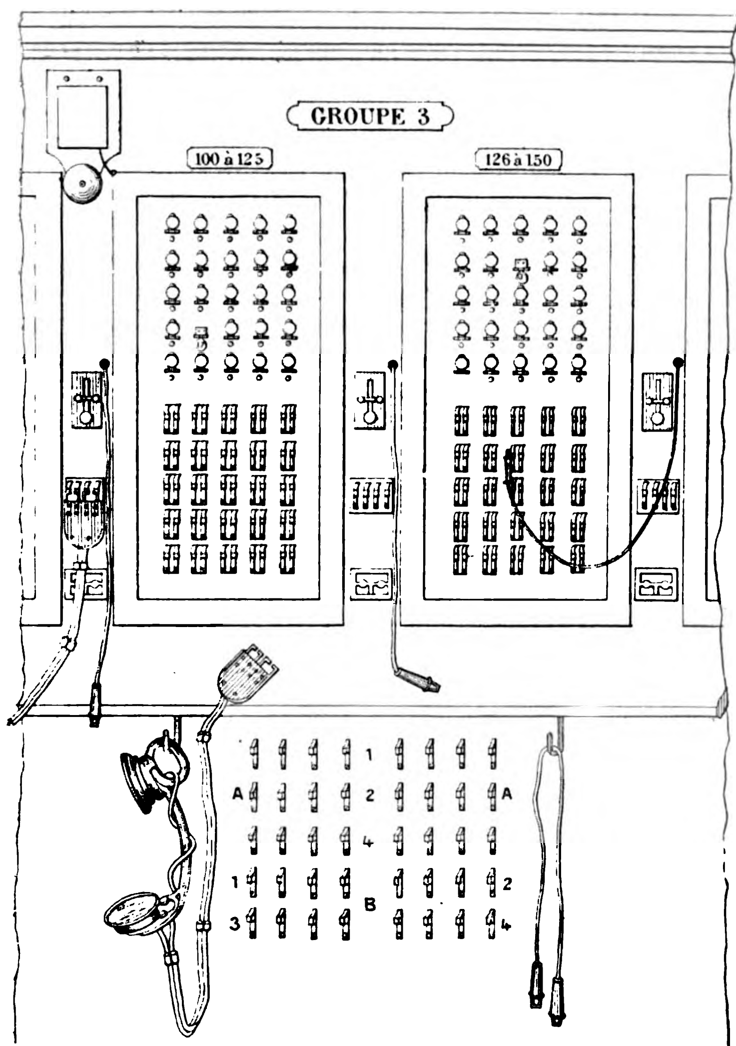


Fig. 11. — Panneau téléphonique pour Bureaux centraux de l'État. Système Sieur.

d'un couple microphone-téléphone portatif; la prise des communications de ce couple par un cadenas à 4 contacts; la double prise de

Digitized by Google

communications au bloc d'entrée pour avoir ou non une dérivation à travers l'avertisseur; enfin les connexions par cordes souples.

Les avantages sont les suivants :

Les prises de communications ont lieu par des crochets et non par des chevilles; les contacts sont toujours bien assurés. La construction du bloc Sieur est plus simple que celle du jack-knife. L'avertisseur est sensible et très simple. Le couple portatif P. Bert et d'Arsonval remplace le couple Edison, qui se dérègle souvent. Les renvois d'un tableau vers les autres sont faits d'une manière différente, qui diminue le nombre des communications à poser.

La figure 15 représente un groupe de 50 abonnés de l'installation du bureau central de Reims.

Il y a à Reims 2 panneaux (A-B) adossés l'un à l'autre et pouvant recevoir chacun 200 fils; chacun est divisé en 4 groupes de 50 numéros. Nous avons sous les yeux le groupe 3 du panneau A.

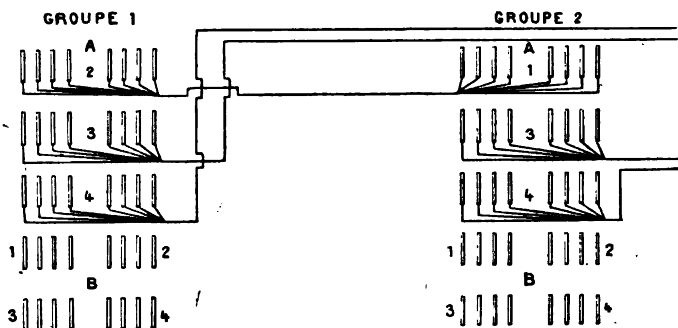


Fig. 12. — Conjoncteurs.

Au lieu d'établir, comme à la Société des téléphones, des communications circulaires reliant entre eux tous les blocs de renvois symétriques, de sorte qne les conjoncteurs n° 1 de tous les groupes soient reliés, les conjoncteurs n° 2 également, etc.; ici, un des groupes d'un panneau a avec chacun des autres 8 renvois.

Dans le système de la Société des téléphones, les communications n° 1 sont inutilisées dans toute leur étendue, excepté entre les groupes 3 et 4 par exemple, quand un renvoi est fait par ce conjoncteur 1 entre ceux-ci.

Dans les installations de l'État, chaque groupe a ses conjoncteurs distincts et spéciaux. Ainsi le groupe 3 de la figure 11 peut disposer

Digitized by Google

de 8 renvois vers le groupe 1, de 8 autres vers le groupe 2, et de 8 vers le groupe 4, du panneau A. Puis il possède 4 renvois avec chacun des groupes 1, 2, 3, 4 du panneau B. La figure 12 montre les fils posés entre les conjoncteurs du panneau A.

Les fils de ligne arrivent chacun à un bloc de cuivre B fixé sur le tableau au moyen de vis et d'écrous E (fig. 13, 14, 15) ; deux ressorts-lames r, r', sont vissés sur ce bloc ; ils sont terminés par des crochets C, C'. La communication locale se prend au moyen d'une clef M, formée d'un piton carré P fixé dans une poignée isolante ; un fil souple y est attaché. Quand on accroche ce piton au crochet, le ressort cède et le contact électrique s'établit par pression du crochet contre le piton.

Une vis L implantée derrière le crochet C limite son écartement afin d'empêcher la rupture du ressort r. A l'état de repos du crochet, cette vis s'appuie contre l'extrémité de la vis A, qui est en communi-

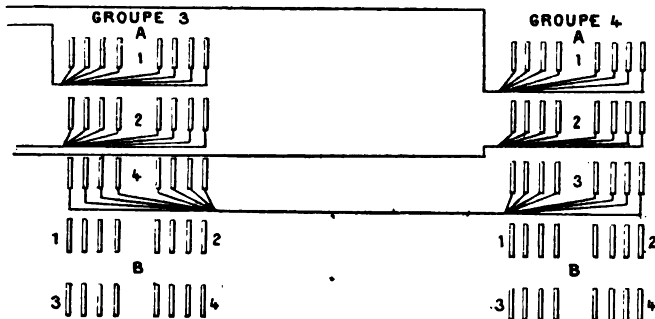
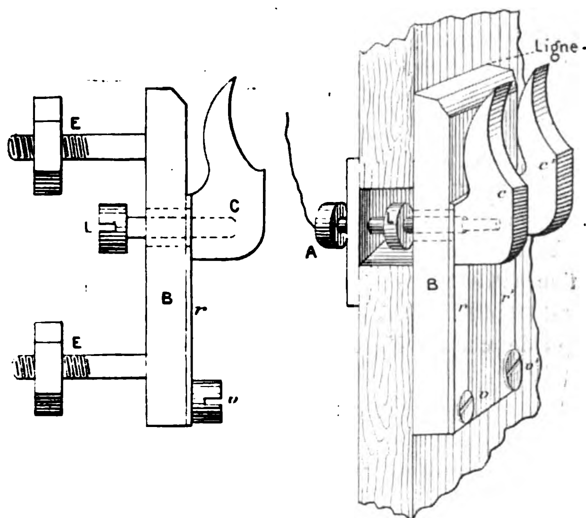


Fig. 12 (suite). — Bureau central téléphonique de l'État. Système Sieur.

cation avec l'avertisseur. Quand on accroche la clef, le contact entre les vis L et A est rompu, de sorte que l'avertisseur n'est plus en dérivation sur le fil de ligne. Pour pouvoir maintenir cette dérivation, on a disposé auprès du premier C un deuxième crochet C' dépourvu de vis-butoir d'avertisseur (fig. 14) ; c'est à ce crochet C' qu'on accrochera la clef M lorsqu'on voudra laisser l'avertisseur dans le circuit.

De même que dans les installations de la Société générale des téléphones, lorsqu'on relie entre eux deux blocs, on ne laisse qu'un des deux avertisseurs en dérivation; afin de ne pas affaiblir outre mesure les courants. Les connexions s'établissent au moyen de cordes souples terminées par deux clefs semblables à celle de la figure 15 ; on en

Digitized by Google



Commutateur téléphonique Sieur.

Fig. 13. — Crochet simple.

Fig. 14. — Double crochet.

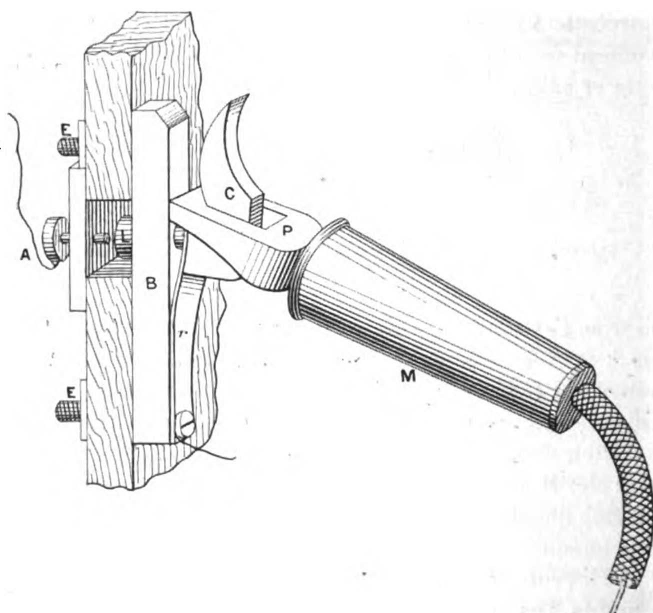
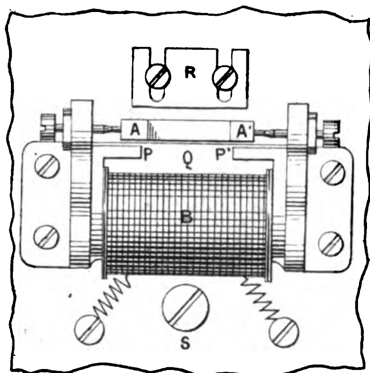


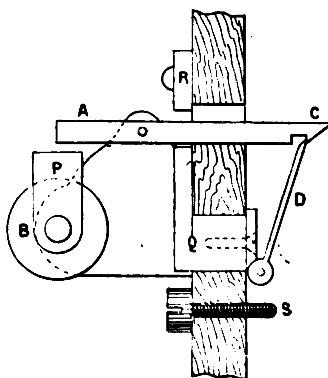
Fig. 15. — Clef accrochée.

Digitized by Google

accroche une au crochet C du premier poste, et l'autre au crochet C' du second poste.

L'autre bout du fil de l'avertisseur est mis à la terre. Cet avertisseur





Avertisseur Sieur.

Fig. 16. — Vue de face. Fig. 17. — Vue de profil.

comporte une seule bobine B (fig. 16) dont les pôles prolongés et recourbés à angle droit P, P', viennent agir sur l'armature en forme de fourchette AA' (fig. 17) qui pivote sur 2 vis et se termine en avant du panneau en forme de crochet C. Une pièce R limite les mouvements de cette armature.

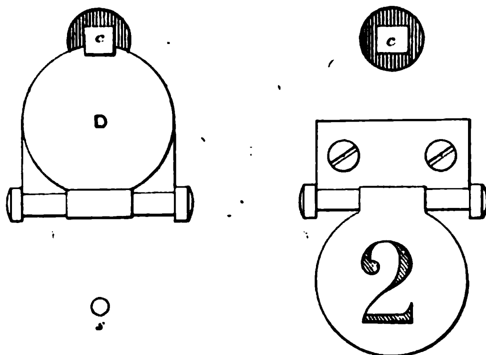


Fig. 18. — Disque au repos et disque tombé.

Le crochet C soutient un disque D (fig. 17, 18) à charnière, qui tombe par son propre poids lorsque l'armature est attirée ; il vient frapper contre une vis de contact S qui émerge du panneau et est

Digitized by Google

reliée à une sonnerie. Le disque 2 tombé fait voir le numéro de l'abonné, gravé sur sa face intérieure.

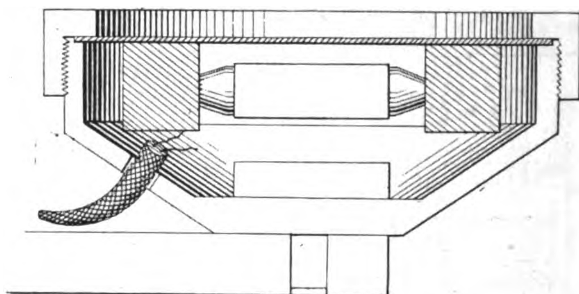
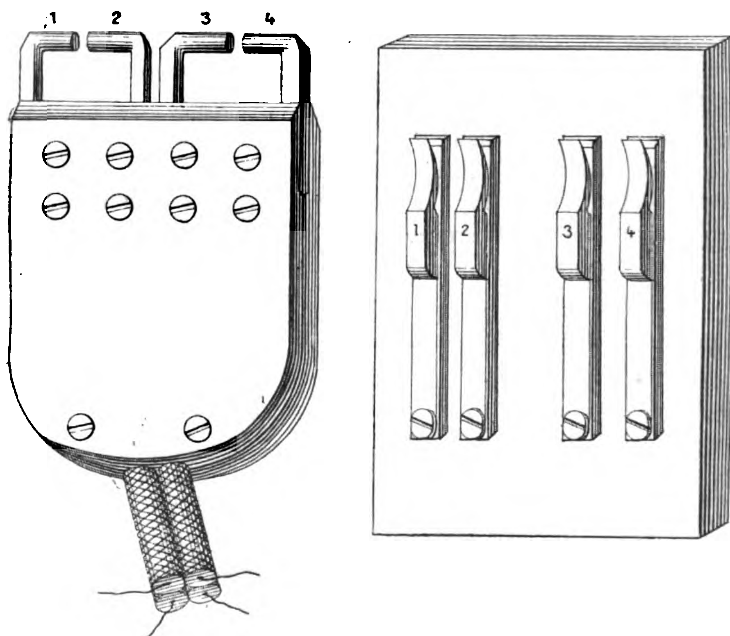


Fig. 19. — Couple portatif d'Arsonval et P. Bert. — Microphone P. Bert.

Les supports de la bobine B et du disque D sont vissés sur la pièce



Panneau téléphonique Sieur.

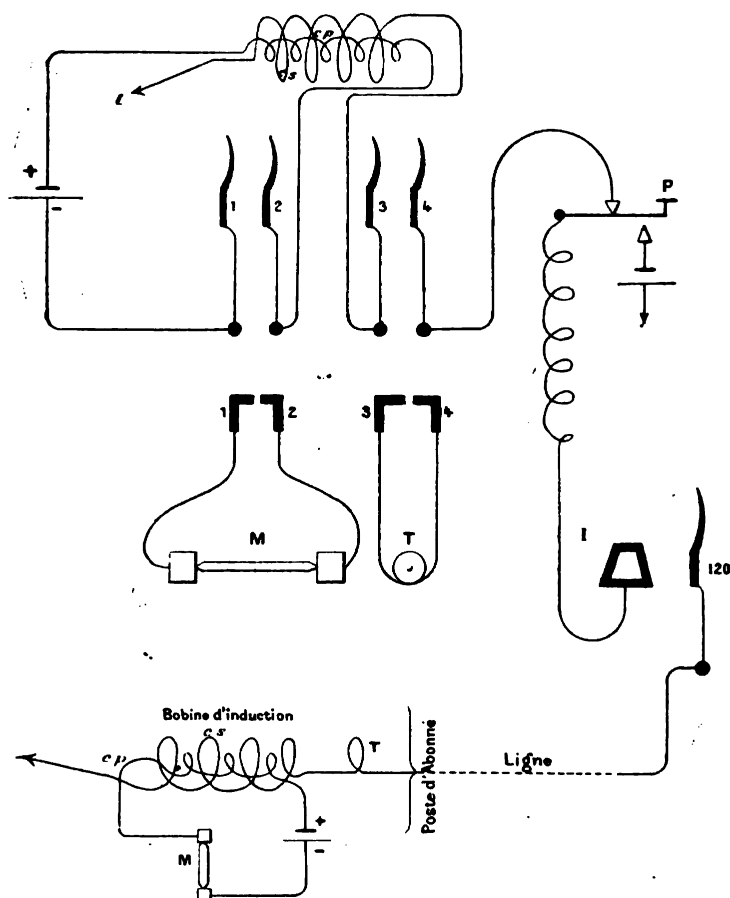
Fig. 20. — Cadenas d'introduction du couple portatif.

Fig. 21. — Crochets d'introduction du couple portatif.

métallique Q afin que les positions relatives de l'armature et du disque ne puissent changer par suite du jeu du bois.

Digitized by Google

Le couple portatif d'Arsonval et P. Bert s'accroche au panneau devant le groupe qu'il dessert. Les fils qui en sortent sont rattachés à une sorte de cadenas à 4 pitons qu'on accroche à un bloc spécial placé entre les tableaux de 25 abonnés. La figure 19 fait voir la



Panneau téléphonique Sieur.
Fig. 22. — Diagramme des communications du couple portatif P. Bert et d'Arsonval.

disposition du microphone de petites dimensions qui est réuni à un téléphone récepteur d'Arsonval par un arc métallique.

Les 4 pitons du cadenas (fig. 20) se font face deux à deux. L'intervalle entre les deux premiers 1 et 2 est moindre que celui qui est ménagé entre 3 et 4 ; cette disposition impose à l'opérateur l'obliga-

Digitized by Google

tion d'accrocher le cadenas toujours dans le même sens. Dans le même but, les crochets du bloc (fig. 21) présentent les mêmes différences d'écart que les pitons.

Les deux premiers crochets (1-2) du bloc sont reliés à la pile et au circuit primaire de la bobine d'induction. Le crochet 3 est en communication avec un des bouts du circuit secondaire, l'autre bout étant à la terre. Le crochet 4 est rattaché au pont de la clef d'appel P, celle-ci étant reliée à une corde souple qui sort du panneau par un trou et se termine par une clef dite d'introduction I, qu'on accroche au bloc de l'abonné auquel on veut parler.

Mettons le cadenas en prise avec les crochets 12-34. Le diagramme (22) fait voir que le microphone ferme le circuit : [+ *cp* 2 M 1 —], les variations des contacts des charbons influeront donc sur l'intensité du courant de pile traversant le circuit primaire de la bobine d'induction fixée derrière le panneau. En même temps, le téléphone entre dans le circuit [*t* ligne 1 4 T 3 *cs* *t*]. Quand l'abonné parlera, on pourra l'entendre.

Supposons que 120 appelle. On accroche le cadenas, puis la clef I au bloc 120, et on appuie sur la clef d'appel P pour le prévenir qu'on est là. Quand il a indiqué à qui il veut causer (à 172 par exemple), on détache I, et on relie par une corde souple les blocs 120 et 172 qui appartiennent au même groupe. S'il demandait 180, on mettrait la deuxième clef dans le premier des renvois allant au groupe 4. S'il demandait 250, on la mettrait au premier des renvois allant au groupe 1 du panneau B..., etc.

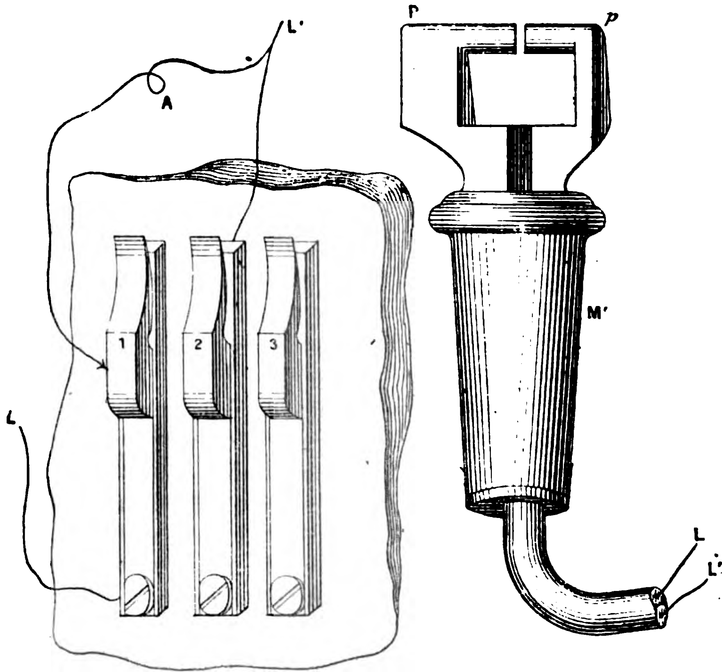
Nous ne voulons pas insister sur les détails du service déjà donnés à propos du bureau central téléphonique de l'avenue de l'Opéra.

Nous nous contenterons de dire en terminant que l'installation de M. Sieur est plus simple et par conséquent plus économique que cette dernière, et qu'elle satisfait parfaitement aux conditions de sécurité des contacts et de perfection dans la réception de la parole. Ses conjoncteurs assurent les connexions immédiates entre les abonnés, même aux heures les plus chargées de la journée. Chaque groupe de 50 abonnés possédant 2 couples portatifs, il peut être satisfait à tous les appels sans retard Deux piles sont affectées à chaque microphone, on le change de temps en temps au moyen d'un commutateur bavarois S. Chaque couple dispose également d'une clef d'appel intercalée dans le circuit de la clef d'introduction I. La pile d'appel est commune. Un appel Abdank peut être substitué à chaque clef d'appel.

Pour desservir un réseau à double fil, il faudrait naturellement changer la forme des blocs et y ajouter un troisième crochet pour le

Digitized by Google

fil de retour. Les communications seraient celles de la figure 23. Le fil de retour L' arrive au crochet du milieu C'; il est dérivé vers l'une des bornes de l'annonciateur. Le premier fil L est attaché aux crochets 1 et 3. Le crochet 1 repose seul sur un butoir d'annonciateur. La clef M' (fig. 24) est également modifiée. Elle est formée par 2 pitons isolés l'un de l'autre, le premier P plus large que le second *p*; ils sont reliés aux deux fils d'un cordon souple allant soit au panneau pour l'introduction du microphone, soit à une autre clef pour l'établissement d'une connexion.



Commutateur téléphonique Sieur.

Fig. 23. — Bloc à 3 crochets pour circuit à double fil.

Fig. 24. — Clef pour circuit à double fil.

On voit que si l'on accroche la clef M' aux crochets de gauche 1-2, on isole l'avertisseur, puisqu'on en éloigne le crochet 1 ; tandis que si l'on accroche la clef sur 2-3, le crochet 1 laissé en repos établit la dérivation entre les fils d'aller et de retour à travers l'avertisseur. Avec un cordon souple, on relie deux abonnés en accrochant l'une des clefs sur 1-2, l'autre sur 2-3. Mais on voit que le gros piton P ne peut s'introduire dans l'intervalle de deux crochets, tandis que le petit *p*

Digitized by Google

peut y pénétrer. Cela est fait pour que, lorsque l'on met la clef à droite, on soit forcé de la retourner pour mettre le gros piton à l'extérieur. Alors si, à gauche, le gros piton prend la ligne 1, à droite, il prendra forcément aussi la ligne 1 : le sens du circuit n'est pas changé.

Les crochets et les clefs sont nickelés, les frottements continuels qu'ils éprouvent assurent la propreté de leurs surfaces de contact; les ressorts sont énergiques et les pressent suffisamment l'un contre l'autre pour assurer une bonne communication. B.

(*A suivre.*)

CORRESPONDANCE ANGLAISE

TÉLÉPHONIE. — Une députation de la ville de Portsmouth, composée de représentants de la Corporation et de membres de la Chambre de commerce de cette ville, ainsi que des membres du Parlement de la localité, vient d'être reçue en audience du Postmaster General au sujet de la demande faite par la *United Telephone C°* d'établir un service téléphonique dans cette ville. L'orateur a expliqué que plusieurs des plus grandes villes du royaume, telles que Londres, Liverpool, Manchester, Glasgow, Birmingham, possédaient des échanges téléphoniques dans des conditions différentes de celles que le Post-Office cherchait maintenant à imposer. Le Post-Office demande 362fr,50 pour un demi-mille (805 mètres) et 450 francs au-dessus de cette distance, tandis que la Compagnie demande 300 francs pour toute distance au-dessous d'un mille. D'autre part, la Compagnie se propose d'établir un nombre de bureaux (exchanges) dans des positions telles que le plus grand nombre des abonnés se trouveraient inclus dans le rayon d'un demi-mille, tandis que le Post-Office a en vue l'établissement d'un bureau central unique.

D'autres orateurs ayant parlé dans l'intérêt de la Corporation et de la Chambre de commerce, M. Fawcett, le Postmaster General, a répondu qu'il ne croyait pas utile de discuter les avantages relatifs des communications téléphoniques fournies par le Post-Office ou par des entreprises privées, attendu qu'il avait toujours été d'avis de ne jamais obliger le public d'une localité à se servir de la poste lorsqu'il préférait se servir chez des Compagnies privées.

Le fond de la question, c'est que le monopole que le Post-Office a acquis à grands frais, avec l'argent des contribuables, et dans l'intérêt du public, était, avec les arrangements existant jusqu'alors, en train

Digitized by Google

de passer tranquillement aux mains d'une compagnie privée ; et M. Fawcett, pensant qu'il était préférable d'adopter une politique de libre commerce, en tant que cela concerne le Post-Office, a décidé que toute ville pourrait obtenir une licence, soit que le Post-Office y ait ou non déjà établi un bureau, et que des licences seraient aussi accordées aux Compagnies privées qui en voudraient, mais sous certaines conditions.

D'après certaines clauses, le service du Post-Office se réserve un certain contrôle sur l'obtention des téléphones dont il pourrait avoir à se servir dans l'intérêt du public.

M. Fawcett n'a pas la moindre jalousie contre les Compagnies privées, ni le moindre désir de nuire ou faire concurrence à l'entreprise individuelle ; mais, dans l'intérêt du revenu et du public, et considérant l'avenir des communications téléphoniques, il croit de son devoir de maintenir les conditions qu'il a décidé récemment d'imposer, et contre lesquelles la députation a cru devoir protester.

La députation a remercié M. Fawcett et s'est retirée.

La *London and Globe Telephone Maintenance C°* a établi, en concurrence avec la *United Telephone C°*, un téléphone exchange à Londres, et se propose d'en établir nombre d'autres en province, dans les conditions actuellement exigées par le Ministère des postes.

Il est donc peu probable que le Post-Office consente à revenir sur sa décision en faveur d'une Compagnie alors que d'autres acceptent les nouvelles conditions sans élever d'objections et font de grands efforts pour développer l'industrie téléphonique.

Télégraphie sous-marine. — Le cable-ship *Faraday*, ayant à bord 1100 milles (1775 kilomètres) de câble, la première livraison sur les deux câbles *Mackay-Bennett*, dont la longueur totale sera d'environ 9660 kilomètres (6000 milles), s'est trouvé, quelque temps après son départ, exposé à la tempête de fin janvier dernier, et a dû rentrer à Queenstown pour dégager une chaîne qui s'était engagée dans l'une de ses hélices.

Ce navire quitta Queenstown pour la côte américaine le 2 février, et le 10, ayant subi de nouvelles avaries, entre autres la perte de son hélice de bâbord, dut rentrer au port de Weymouth, d'où un remorqueur puissant le ramènera à Londres pour y être réparé.

Le *Faraday* était signalé le 24 février, à la pointe Sainte-Catherine, à la remorque, en route de Portland à Londres et est maintenant de retour à Londres après une expédition infructueuse de plus de six semaines.

Lorsque ces deux câbles seront posés, la maison Siemens Brothers,

Digitized by Google

les propriétaires du *Faraday*, en auront fabriqué et posé six, les quatre autres étant ceux de la *Direct United States Cable Company. Compagnie française du télégraphe de Paris à New-York* et les deux de la *American Telegraph and Cable C° of New-York* (ces deux derniers connus sous le nom de câbles *Jay-Gould*).

Les deux câbles *Mackay-Bennett* doivent fonctionner en *duplex*, un traité ayant été passé à cet effet entre MM. Mackay et Gordon Bennett d'une part et M. Muirhead, l'inventeur d'un système duplex, d'autre part, ce dernier ayant entrepris d'équiper lesdits câblés d'après son système. M. Pender, dans la séance de la Chambre des communes du 29 février, a demandé au sous-secrétaire d'État des affaires étrangères si la Commission internationale des délégués de 30 États, qui a siégé à Paris en 1882 et 1883, sur le sujet de la protection des câbles sous-marins, était arrivée à une conclusion ; et, dans le cas d'affirmative, s'il y avait probabilité d'une convention à intervenir.

Lord Fitzmaurice a répondu que le projet de convention arrêté par les délégués à leur dernière conférence a été soumis à l'examen de leurs différents gouvernements respectifs ; les approbations sont parvenues, et aussitôt que les plénipotentiaires représentant les divers gouvernements à Paris auront reçu de leurs gouvernements les pouvoirs nécessaires, la convention sera signée, ce qui, très probablement, aura lieu tout prochainement.

Éclairage électrique. — Les autorités de la banque d'Angleterre, qui depuis l'apparition de l'éclairage électrique sous une forme pratique, n'a pas cessé d'étudier la question, vient de se décider à faire un sérieux essai du nouvel illuminant.

L'éclairage inauguré le 18 février dernier se compose de 150 lampes à incandescence Swan. Le courant est fourni par 55 accumulateurs du système dit *Faure-Sellon-Volckmar*. On obtient une journée entière d'éclairage sans avoir besoin de recharger les accumulateurs, c'est dire que le service est à l'abri de tout accident.

A la Chambre des communes, le colonel King-Harman a demandé au Président du *Board of Trade* si la Commission nommée pour l'examen de la question des illuminants dans les phares a été dissoute; si des expériences sur ce sujet important ne doivent pas avoir lieu à Douvres, et, dans l'affirmative, sous quelle direction elles auraient lieu et par quels moyens on pourrait s'assurer de leur bonne conduite.

M. Chamberlain, en répondant, dit que, dans une question précédente et similaire, l'honorable membre avait déjà déclaré que la commission sur les illuminants de phares était dissoute, ce qui était déjà (19 juillet) et est encore actuellement un fait. D'autres expériences

Digitized by Google

doivent être faites à South Foreland, sous la direction de *Trinity-house* et les commissaires des phares du Nord (*Commissioners of the Northern Lighthouses*), ont promis d'y prendre part. Le *Trinity-house* s'est aussi mis en communication avec les commissaires des phares irlandais, et l'on espère qu'ils se joindront aux autorités déjà nommées, dans la conduite des expérences projetées.

On a, de plus, l'intention d'envoyer des invitations à des observateurs compétents de France et des États-Unis, ainsi qu'aux capitaines et pilotes naviguant dans le détroit de Douvres.

Un avis aux mariniers, publié il y a un mois, annonce que les feux d'expérience seront allumés vers la fin du mois de février. Cet avis est ainsi conçu :

Avis aux mariniers. Manche. South Foreland. Expériences d'éclairage. Trinity-house.

Concernant les annonces publiées par cette institution et datées du 20 novembre 1883, il est maintenant porté à la connaissance des intéressés que les essais d'éclairage dont il est fait mention dans lesdites annonces seront probablement en opération vers la fin du mois de février.

Les foyers seront installés au haut de trois tours temporaires en bois, à 54 mètres de distance les unes des autres, et placés sur une ligne au nord-est, depuis le phare supérieur, la distance entre le phare supérieur et le phare d'expérience étant de 73 mètres; par suite, les foyers permanents des phares supérieur et inférieur seront du côté de la mer, par rapport aux foyers d'expérience.

Les foyers électriques des tours haute et basse ne seront changés ni modifiés en aucune façon. Le centre de chaque foyer expérimental sera d'environ 4^{m},50 au-dessous de celui du foyer permanent supérieur.

Les foyers d'expérience auront nécessairement des caractéristiques variables, lesquelles ne peuvent dès à présent être décrites définitivement.

Il est prévu que la puissance totale des foyers d'expérience sera perceptible au nord de South Foreland, entre les directions ouest et sud, de navires se rendant à la côte; et, au sud, entre les directions nord-est et nord; mais des avis ultérieurs seront émis donnant les directions approximatives aussitôt qu'elles auront été finalement décidées, et la date à laquelle ces expériences commenceront.

Dans la séance du 22 février, lord Lennox a demandé au secrétaire de l'Amirauté si un navire de l'État, dans la station des Indes, était pourvu de la lumière électrique, et si, dans le cas contraire, des mesures énergiques seraient prises pour remédier à cet état de choses.

M. Campbell-Bannerman a répondu que des navires en station dans

Digitized by Google

les mers de l'Inde, l'*Eurgalus* était le seul actuellement éclairé par la lumière électrique; mais qu'il n'en était pas ainsi lorsqu'il est parti d'Angleterre en 1878. L'*Hecla*, actuellement dans la mer Rouge, est équipé avec la lumière électrique et est à la disposition de l'amiral Hewett.

Il n'est pas décidé d'équiper les navires de la classe inférieure de l'escadre avec la lumière électrique.

Dans une autre séance, M. D. Grant a demandé au représentant de l'Université de Londres, comme étant l'un des conservateurs du *British Museum*, si, conformément à la promesse faite pendant la dernière session, on avait cherché à éclairer électriquement nos grandes collections nationales, de manière à pouvoir les tenir ouvertes au public jusqu'à dix heures du soir; et, dans l'affirmative, quel était le résultat de ces démarches.

Sir J. Lubbock a répondu : Les conservateurs du *British Museum* ont demandé au gouvernement les fonds nécessaires pour installer l'éclairage électrique dans le nouveau musée d'histoire naturelle; cette demande a été refusée pour ce qui concerne l'année courante; il est donc impossible aux conservateurs d'ouvrir le musée le soir.

J.-A. Berly.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE SIMULTANÉES
PAR LES MÊMES CONDUCTEURS
SYSTÈME DE M. F. VAN RYSSELBERGHE

Le système de transmissions téléphonique et télégraphique simultanées imaginé par M. Van Rysselberghe est connu depuis près de deux ans déjà quant aux résultats, mais des questions de brevets et de priorité d'invention ont empêché jusqu'ici de faire connaître le système dans tous ses détails.

Aujourd'hui toutes les difficultés sont levées, et une partie des réseaux télégraphiques de la Belgique et de la Hollande est à la veille de faire entrer ces nouvelles combinaisons téléphoniques dans la pratique courante. Nous pouvons donc en publier une description succincte en prenant pour guide M. J. Banneux, ingénieur en chef des télégraphes belges, qui a suivi toutes les expériences et vient d'en publier un compte rendu très exact et très intéressant dans le *Journal télégraphique* de Berne.

On sait que dans ses premières expériences, M. Van Rysselberghe

Digitized by Google

était parvenu à détruire l'induction sur les lignes téléphoniques en *graduant* convenablement les courants émis par les lignes télégraphiques à l'aide de résistances intercalées successivement dans le circuit au moment de la fermeture, et retirées successivement au moment de l'ouverture, d'une façon automatique, par le jeu même du manipulateur. Il a obtenu depuis des résultats bien supérieurs et d'une manière plus simple en intercalant dans le circuit des *condensateurs* ou des *électro-aimants* dont l'application est plus générale et ne demande aucune modification du transmetteur.

Les combinaisons anti-inductrices dans lesquelles on utilise les électro-aimants-graduateurs et les condensateurs sont variables à l'infini. La combinaison qui se prête le mieux aux conditions variables

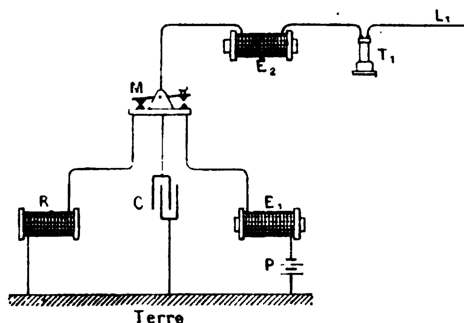


Fig. 1. — Système anti-inducteur.

des appareils est représentée figure 1. Elle consiste à intercaler entre la terre et la borne de ligne du manipulateur un condensateur graduateur de deux microfarads; R est l'électro-aimant récepteur, P la pile de transmission, M le manipulateur, E_1 et E_2 deux électro-aimants graduateurs de 500 ohms de résistance environ, et T un téléphone. Chaque poste terminus est alors muni des six appareils suivants : manipulateur, récepteur, pile, électro-graduateur de ligne, électro-graduateur de pile et téléphone; ces six appareils montés comme le représente la figure 1. Dans ces conditions, quelle que soit la puissance de la pile, le téléphone T reste muet, tant pour la réception que pour la transmission. Il en est de même *a fortiori* pour tout téléphone disposé sur une ligne parallèle à la première; il est bien certain, en effet, que si aucun bruit ne se fait entendre dans le téléphone établi directement sur le circuit, il en sera de même sur les lignes parallèles.

Il en résulte qu'en munissant tous les fils d'un réseau télégraphique

Digitized by Google

du dispositif anti-inducteur, on assure par cela même le moyen de téléphoner sur l'une quelconque de ces lignes sans éprouver de perturbation de la part des lignes voisines.

Les condensateurs-graduateurs et les électro-aimants-graduateurs agissent, comme l'indique d'ailleurs leur nom, en graduant les émissions de courant et en substituant à un courant brusque un courant croissant ou diminuant avec une lenteur relative, ce qui se traduit sur la membrane du téléphone par une sorte de *flexion*, au lieu et place d'un choc instantané.

La disposition représentée figure 1 ne permet pas encore de réaliser la télégraphie et la téléphonie simultanées, car les téléphones se trouvent solidarisés avec la ligne télégraphique, ce qui, en pratique, donnerait lieu à des inconvénients tels que la combinaison serait difficilement acceptable.

Il faut donc rendre les deux communications indépendantes pour que le système duplex puisse rendre des services réels : un fait d'observation a permis à l'inventeur de réaliser cette condition d'une importance capitale.

En faisant le montage de la figure 2, dans lequel C est un conden-

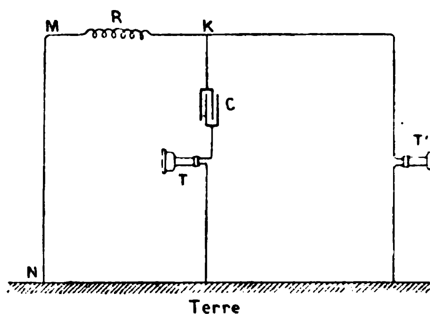


Fig. 2.

sateur de 1/2 microfarad, T et T' deux téléphones d'une résistance quelconque, et R une résistance de 500 ohms ou plus, si l'on établit une communication téléphonique entre T et T', les correspondants ne s'aperçoivent d'aucune différence dans la transmission, soit qu'on supprime ou qu'on rétablisse la dérivation RMN. Des expériences faites sur des lignes variant entre 45 et 320 kilomètres de longueur ont toujours donné les mêmes résultats.

Ceci établi, en appliquant à une ligne munie du système anti-inducteur représenté figure 1, le fait mis en évidence par l'expérience

Digitized by Google

indiquée figure 2, on établit le montage de la figure 3 dans lequel le téléphone et le télégraphe deviennent indépendants, et constituent deux modes de correspondance distincts par un seul et même fil.

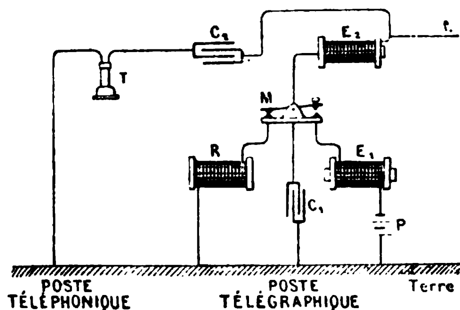


Fig. 3. — Disposition d'un poste terminus à transmissions télégraphique et téléphonique simultanées.

Le condensateur-graduateur C_1 a une capacité de 0,5 microfarad; le condensateur C_2, qui porte le nom de *condensateur-séparateur*, a une capacité de 2 microfarads.

Nous citerons quelques exemples intéressants de transmissions simultanées.

Bruxelles, Gand et Ostende sont reliés par un fil unique qui sert simultanément, en service régulier : 1° à transmettre *téléphoniquement*, à un journal quotidien de Gand, le compte rendu des débats parlementaires, des cotes de la Bourse et des marchés; 2° à transmettre *télégraphiquement* entre Bruxelles et Ostende les dépêches

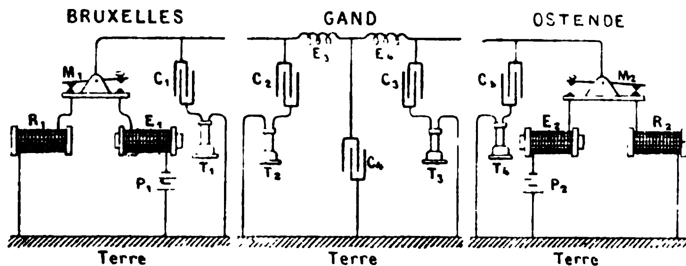


Fig. 4. — Ligne unique desservant simultanément une correspondance télégraphique et deux correspondances téléphoniques.

ordinaires ainsi que les courants actionnant les télémétéorographes installés dans les observatoires de ces deux villes.

La figure 4 se rapporte à une combinaison bien plus curieuse et

Digitized by Google

plus intéressante encore. Le montage des appareils permet de correspondre telégraphiquement entre Bruxelles et Ostende tandis qu'on correspond téléphoniquement, d'une part entre Bruxelles et Gand, et, d'autre part, entre Gand et Ostende. Une ligne unique se trouve donc ainsi sectionnée en *trois* communications distinctes dont une télégraphique et deux téléphoniqnes.

Ces résultats présentent, à notre avis, un intérêt scientifique considérable, et font le plus grand honneur à l'imagination de M. Van Risselberghe : le système se développe en Belgique, et tout fait prévoir que nous sommes à la veille d'une révolution télégraphique qui nous ménage encore bien des surprises préparées par les travaux du jeune savant belge.

EXPOSITION ÉLECTRIQUE DE PHILADELPHIE

RÈGLEMENT

1. Les bâtiments, situés rue 32e et Lancaster avenue, seront ouverts pour la réception des marchandises du lundi 11 août au samedi 30 août.

L'exposition sera officiellement ouverte le mardi 2 septembre, à midi, et restera ouverte tous les jours, de dix heures du matin à dix heures du soir (dimanches exceptés), jusqu'au samedi 11 octobre.

2. Chaque exposant payera un droit d'entrée de 5 dollars (25 francs), pour lequel il recevra un billet d'admission de saison, non transférable et au nom d'un membre quelconque de sa maison de commerce, des tickets additionnels au nom d'autres membres de sa maison pouvant être obtenus au même prix pour chaque personne.

Des tickets pour les ouvriers et assistants d'exposants seront délivrés gratuitement, sujets aux règlements émis par la Commission, et sujets à être annulés dans le cas où il en serait fait un usage irrégulier.

Le prix de l'espace occupé par les exposants varie entre 10 francs et 5 francs le mètre carré, suivant l'importance de la location.

3. Les demandes pour espaces devront être adressées avant le 30 août, sur des formules imprimées, fournies par la Commission; et elles seront examinées, et les espaces seront assignés suivant l'ordre des réceptions. Les espaces attribués aux exposants, et que ceux-ci n'auront pas occupés au 30 août, pourront être attribués à d'autres exposants. Lorsque cela sera possible, les exposants devront renfermer leurs produits dans des vitrines.

Digitized by Google

4. Tout article livré aux bâtiments de l'exposition sera reporté à la Commission qui dirigera leur destination et les fera transporter à l'endroit qui leur aura été assigné. Tout article embarqué à destination de l'exposition, par rail ou autrement, devra être expédié en port payé, et les factures ou connaissements devront être envoyés au *Committee on exhibitions, Franklin institute, Philadelphia U. S. A.*

5. Les exposants ou leurs agents recevront du préposé aux réceptions des cartes en duplicata sur lesquelles on devra donner une description de chaque article exposé : celles-ci seront contresignées sur les reçus des articles. Une de ces cartes sera attachée de façon apparente sur l'article qu'elle décrira, et l'autre sera retenue par l'exposant et présentée par lui, à la clôture de l'exposition, pour obtenir la livraison du ou des articles ainsi décrits.

6. La Commission se réserve le droit d'exclure des bâtiments et terrains de l'exposition tous les articles dangereux ou qui pourraient lui paraître autrement sujets à abjections.

7. Aucun article ne pourra être enlevé pendant la durée de l'exposition, sans le consentement de la Commission.

8. Une force de police pendant le jour, et des gardes de nuit feront le service de l'exposition; mais tous les articles exposés le seront aux risques de leurs propriétaires;

9. La force motrice sera fournie au taux de trois cents ($0^{fr},15$) par cheval-heure, la puissance étant déterminée au taux de soixante pieds carrés de courroie (5^{m^2} 5450) par minute si la courroie est simple, et quarante pied carrés (3^{m^2} 6966) si elle est double. La tension de la courroie sera sujette à l'approbation de l'ingénieur de service, dont la décision sera finale. Si des machines sont commandées directement par des moteurs fournis par les exposants, la vapeur employée sera déterminée au moyen d'indicateurs et comptée au même taux par cheval-heure.

La force fournie pour la production de lumière demandée par le superintendant général sera fournie gratuitement.

10. La limite des enseignes sera de 500 pouces carrés ($0^{m},3225$); l'enseigne ne devra pas être élevée au-dessus des produits exposés.

La distribution de circulaires, cartes, spécimens ne sera tolérée que dans les propres places des exposants et non dans les bâtiments de l'exposition.

11. L'arrangement et la distribution des conducteurs électriques, dans toutes les parties des bâtiments, seront entièrement sous la direction de l'électricien de l'exposition, qui décidera de la position et déterminera le caractère de l'isolement, d'accord avec les règlements.

12. Aucune récompense ou prix n'est offert par l'Institut; mais un

Digitized by Google

rapport sera présenté par un Comité d'examen; ce rapport sera aussi complet que le temps et les circonstances le permettront. Les exposants sont requis de donner, au moment de l'ouverture de l'exposition, des descriptions détaillées des objets par eux exposés, adressées au Comité d'examinateurs et décrivant les produits tels que les comprend leur exposant, ces détails pouvant être publiés, à l'option des examinateurs, dans leur rapport. Si cependant des exposants désirent des examens d'experts, ou des expériences comparatives sur leurs produits, ces expériences seront faites par l'Institut, pourvu que les frais des matériaux et instruments employés pour les conduire soient payés par l'exposant.

Le Comité spécial chargé de ces expériences sera nommé par la direction de l'Institut, sujet à l'approbation de la majorité des exposants réclamant une expertise spéciale. L'original de tous les rapports demeurera la propriété de l'Institut, qui aura droit de première publication.

L'Institut se réserve le droit de tous essais et expériences non demandés par des exposants, mais qui, à son avis, pourraient contribuer aux progrès de la science.

Les examinateurs nommés par la direction seront des personnes d'une intégrité reconnue, adroites et expérimentées dans la classe d'articles qui leur sera assignée; et aucun examinateur ne servira dans une classe dans laquelle il serait exposant ou intéressé.

Les matinées de chaque jour, jusqu'à 15 minutes avant l'ouverture de l'exposition, seront réservées aux examinateurs.

13. Chaque exposant devra attacher à ses produits exposés une description imprimée en anglais, mentionnant leur fonctionnement et leur usage, pour l'éducation du public, chaque fois que ces produits pourraient être laissés sans employé chargé d'en donner l'explication.

J. A. B.

FAITS DIVERS

L'ÉCLAIRAGE DU METROPOLITAN PAR LES GÉNÉRATEURS SECONDAIRES DE MM. GAULARD ET GIBBS. — Les générateurs secondaires de Gaulard et Gibbs (actuellement *National Company for the distribution of Electricity by secondary generators*) sont appliqués depuis novembre dernier à l'éclairage du Metropolitan de Londres, sur un parcours de 12 kilomètres. Les inventeurs utilisent exclusivement des courants induits secondaires, tandis que le courant primaire parcourt un circuit toujours fermé. Cette expérience est intéressante à bien

Digitized by Google

des points de vue. L'application de courants secondaires à l'éclairage est loin d'être un fait tout nouveau. Dès 1878, M. Jablochkoff s'en est servi pour illuminer ses lames de kaolin. Il paraît que les autorités ne trouvent rien à redire au sujet de l'emploi de tensions de 2000 volts en circuit fermé, bien que le *Lighting Act* interdise des tensions supérieures à 100 volts pour les courants alternatifs.

Pour le moment, l'éclairage n'est pas rétribué. La Compagnie du chemin de fer a mis à la disposition des inventeurs, à Edgware-Road, station principale, une vieille chaudière et une vieille machine de 30 chevaux actionnant une dynamo Siemens W_8 excitée par une Siemens D^6. Le courant de 2000 volts et 10 ampères traverse un câble de 4 millimètres de diamètre et de 23 kilomètres de longueur. A chacune des cinq stations du parcours se trouve un de ces transformateurs du nouveau type. Ce transformateur, improprement appelé générateur secondaire, se compose de 16 colonnes par groupes de 4; il a $1^m,50$ de hauteur et occupe en plan un espace de 40 centimètres de côté. Le fil primaire se dirige vers une borne de contact, d'où il passe dans l'âme d'un câble entouré de 6 faisceaux de 8 fils chacun, isolés les uns des autres par une enveloppe de coton trempée dans de la paraffine, soit de 48 fils en torsade. Environ 50 mètres de ce câble sont enroulés sur l'enveloppe de chaque colonne, et formant deux couches superposées.

Chaque groupe de 4 colonnes est pourvu d'un commutateur à huit crans permettant de combiner les groupes en quantité ou en tension, et d'isoler à volonté chaque groupe, voire même chaque colonne. Si l'on se tient sur un tapis de caoutchouc, on peut impunément toucher la borne de contact du câble primaire, on ressent à peine le courant.

A la station principale, 12 colonnes montées en batteries alimentent 30 lampes Swan de 20 bougies; les 4 autres, montées en série, desservent 2 bougies Jablochkoff. Les autres stations sont plus ou moins éclairées; elles n'en possèdent pas moins les mêmes générateurs, qui, il est vrai, prennent peu de place et permettent, à défaut d'autres services, de percevoir très distinctement le ronflement de la dynamo située à la station principale.

Ce mode d'éclairage ne sera appliqué à la ligne entière que lorsque le tunnel qui forme maintenant un fer-à-cheval aura été prolongé de part et d'autre, de manière à réaliser l'ellipse entière.

L'isolement du câble dans l'atmosphère fumeuse et humide du tunnel est un problème difficile à résoudre, surtout par une pareille tension. Par contre ce système présente l'avantage de produire à une station centrale le courant nécessaire à l'éclairage de toute la ligne, tout en n'exigeant que peu de place et peu de soins, pour les lampes à incandescence.

Déjà, en avril 1883, M. Gaulard avait présenté un projet à M. Ferdinand de Lesseps pour l'éclairage du canal de Suez sur toute sa longueur. Il comptait sur 1280 lampes de 3 ampères et 90 volts, exigeant 345 600 watts, en produisant un courant de 16 ampères et 37 960 volts. *Quarante mille* volts en nombre rond, tel est le chiffre énorme qui n'a pas l'air d'effrayer M. Gaulard.

Si ces chiffres sont exacts, ils montrent qu'à cette époque M. Gaulard, malgré son optimisme, ne comptait que sur 57 pour 100 de rendement.

Digitized by Google

Applications de l'électricité a la viticulture. — Parmi les applications les plus intéressantes que l'on ait faites dans ce sens, on doit citer l'emploi des avertisseurs électriques.

On peut, en effet, utiliser ces appareils pour prévenir le vigneron d'un abaissement de température dangereux pour la vigne, surtout au printemps, et l'engager à travailler à affranchir sa vigne des effets néfastes de la gelée, par la formation de nuages artificiels.

Or, l'électricité peut non-seulement prévenir, mais allumer elle-même, au moment opportun, les feux préparés à l'avance par le vigneron.

C'est ce procédé que vient d'expérimenter à Bordeaux, M. Lestelle, inspecteur des télégraphes à Mont-de-Marsan.

Il consiste à se servir de l'électricité pour produire instantanément, sur tout un vignoble, un nuage de fumée, au moment où le thermomètre descend trop bas, à 0 degré, par exemple. Il suffit d'établir tous les 40 mètres environ, des foyers électriques destinés à allumer autant de feux, instantanément, quand le thermomètre, par un froid trop intense, arrive à la limite minimum fixée, et ferme le courant d'une batterie.

Les fils électriques sont établis sur des échalas de 1^{m},80 à 2 mètres de hauteur environ.

Les expériences faites dans un parc mis gracieusement à la disposition de M. Lestelle n'ont réussi qu'incomplètement. Néanmoins elles ont permis de constater que l'idée était pratique et digne d'appeler l'attention des viticulteurs.

M. Lestelle dit avoir employé avec succès le procédé qu'il préconise, pour préserver, l'année dernière, les vignes de M. Boucan, député des Landes. Son prix de revient serait la première année de 110 fr. l'hectare, environ. Les années suivantes, la dépense serait très minime, et se réduirait à l'entretien. C.

—

Un prix de 10 000 francs. — A l'occasion de l'ouverture de l'Exposition nationale de Turin, la *Neue freie Presse* annonce qu'un prix de 10 000 fr. sera décerné à tout inventeur qui présentera une solution pratique du transport de la force pour produire soit un travail mécanique, soit l'éclairage. Toutes les nationalités peuvent prendre part au concours.

—

Progrès de l'éclairage. — On a installé à Halifax l'éclairage électrique de neuf entrepôts situés dans diverses parties de la ville, au moyen d'une source unique. Les 16 lampes de Hochhausen qui composent l'éclairage, de 2000 bougies chacune, seront actionnées par une seule dynamo dont le courant sera amené par un câble de plus d'un mille anglais de longueur.

A Sylloth les entrepreneurs des nouveaux docks ont installé un éclairage électrique, permettant de travailler la nuit comme le jour. A cet effet, on a disposé deux puissantes lampes à arc de 6000 bougies chacune et un plus grand nombre de lampes moins importantes réparties suivant les besoins. Chaque lampe est alimentée par une dynamo spéciale qui, pendant le jour, actionne des machines-outils ou des appareils de levage.

Digitized by Google

L'éclairage électrique va même faire son apparition à Yokohama au Japon. La Compagnie américaine des Phares a résolu d'élever une tour de 80 mètres de hauteur, munie de six lampes électriques de plus de 4000 bougies chacune. De cette façon on rendra le passage de Hell Gate aussi sûr pendant la nuit que pendant le jour. La dépense est évaluée à 100 000 fr.

—

Télégraphie. — *Un concours de manipulation.* — Une coupe d'argent était offerte récemment par les propriétaires d'un journal électrique, pour le plus habile et meilleur opérateur avec l'appareil Morse.

Le concours était ouvert à tous les opérateurs de télégraphes, câbles et chemins de fer ; un faible droit d'entrée était perçu, la somme ainsi obtenue devant être partagée entre les trois meilleurs transmetteurs. Quarante concurrents se présentèrent, dont deux du sexe féminin; quelques-uns étaient de la province, mais la majorité étaient des employés de quelques grands journaux de Londres, et du Stock Exchange. Les juges étaient choisis au vote, par les concurrents.

Les transmetteurs, au nombre de deux, se composaient de deux appareils Morse, l'un à simple, l'autre à double courant, et les concurrents pouvaient choisir l'un ou l'autre; le récepteur était un récepteur automatique de Wheatstone. Le sujet à transmettre se composait de 250 mots pris dans le discours du Trône ; les deux éléments de succès étant le temps employé dans la transmission, et l'exactitude du message transmis.

Le gagnant, proclamé *Champion du Morse pour* 1884, fut M. J. Chapman, du Stock Exchange de Londres.

La conclusion que les juges ont tirée de ce concours, c'est que la plus grande vitesse de bonne transmission effectuée avec des appareils Morse n'excède pas 35 mots par minute. Le concours sera renouvelé chaque année.

—

Nouvelles applications de l'électrolyse. — Voici deux nouvelles applications que nous signalons sous toutes réserves, en attendant des renseignements plus complets et plus circonstanciés.

La première est un système de tannage qui consiste à suspendre les peaux traiter dans un bain de tannin traversé par le courant. Les peaux sont préalablement suspendues au pôle négatif; au bout de huit jours, on remplace la solution de tannin par une autre solution plus concentrée et on change le sens du courant. La première opération avait pour but de détruire les matières azotées; la seconde a pour but d'oxyder le tannin et d'entraîner sa précipitation dans les cellules de la peau.

La seconde application a pour objet l'utilisation des déchets de fer-blanc provenant de la fabrication des boîtes de conserves, déchets très abondants dans les grandes villes.

Un chimiste, M. Abadie, a, paraît-il, cherché à récupérer l'étain qui recouvre ces déchets. Pour cela, il les dispose dans un bain électrolytique formé d'une dissolution de chlorure de sodium, additionnée d'acide chlorhydrique; l'anode est métallique et l'étain s'y dépose en cristaux si le courant est intense, ou

Digitized by Google

en couche amorphe quand ce courant est modéré. Le dépôt est rapide et épais en raison de l'acidité du bain. Attendons, pour les juger, que ces nouvelles applications aient reçu la sanction de la pratique industrielle.

—

Un symbole pour les machines dynamo-électriques. — M. J. Munro propose de faire usage, pour désigner les machines dynamo-électriques dans les diagrammes, d'un symbole analogue à celui employé pour les piles. C'est le signe O qui représente grossièrement l'induit et les balais de la machine. Pour distinguer une machine à courant continu d'une machine à courants alternatifs, un des traits est plus gros que l'autre O. Pour les machines à courant continu, les deux traits auraient même épaisseur. M. Munro propose aussi de toujours employer la lettre D pour désigner une dynamo, comme on emploie la lettre G pour un galvanomètre, R pour une résistance, etc.

Nous ne saurions trop approuver l'emploi de symboles uniformes et universels, mais il nous semble que l'on ne devrait accepter ces symboles qu'après une étude suivie et une sérieuse discussion au sein d'une Société autorisée, comme la Society of Telegraph Engineers de Londres, la Société électrotechnique de Berlin ou la Société internationale des Électriciens de Paris. On éviterait souvent par ce moyen l'emploi d'expressions inexactes et de termes absolument inaptes à qualifier les objets qu'ils désignent, tels, par exemple, que dynamo, auto-excitatrice, unipolaire, etc., etc.

—

Un cri d'alarme. — Ce cri d'alarme est poussé par M. *Seligman-Lui* dans un rapport adressé à M. le Ministre des postes et des télégraphes sur les origines de la gutta-percha et sur la possibilité de l'acclimater dans la Cochinchine française. Nous engageons vivement nos lecteurs à lire cet intéressant rapport publié par les *Annales télégraphiques*, et que le défaut d'espace nous empêche seul de reproduire ici. Qu'il nous suffise de citer les quelques lignes qui le terminent et qui, malheureusement, se passent de commentaires :

« Justement inquiet de la situation faite à l'industrie électrique, vous aviez espéré que la Cochinchine pourrait offrir de nouvelles ressources; malheureusement, il n'en est rien. Et puisque la certitude est acquise que tous les pays où croissent les guttifères nous livrent dès maintenant leurs produits; puisqu'une exploitation sans mesure a détruit en quelques années les réserves accumulées par les siècles dans les forêts de la Malaisie; puisque le présent est sans remède et que l'avenir même est compromis, il est urgent d'aviser : si l'on ne se hâte de prendre des mesures, bientôt l'industrie va manquer d'une matière que, jusqu'à ce jour, on n'a point su remplacer. »

Le propriétaire gérant,
G. MASSON.

9889. — Paris, Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus.

Digitized by Google

ESSAI

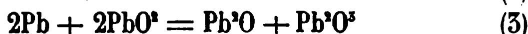
SUR

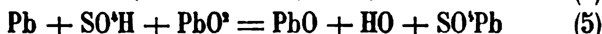
LA THÉORIE CHIMIQUE DES ACCUMULATEURS

L'étude des réactions chimiques qui s'accomplissent dans les accumulateurs, pendant la charge et la décharge, n'est pas exempte de difficultés. Le mécanisme de ces réactions et leur résultat final n'apparaissent pas nettement, parce que les matières chimiquement intéressées se trouvent intimement mêlées, à l'état pulvérulent, avec les matières indifférentes, dont on ne peut pas les séparer pour faire des analyses directes.

L'absence de constatations précises a livré carrière à une série d'hypothèses plus ou moins justifiées, sur la chimie des piles secondaires du genre Planté. Je résume les principales dans les formules suivantes : le premier membre de chaque équation indiquant l'état chimique des électrodes après la charge, et le second membre leur état chimique après la décharge :


$$Pb + PbO^2 = PbO + PbO \qquad (1)$$

$$2Pb + PbO^2 = Pb^2O + PbO \qquad (2)$$

$$2Pb + 2PbO^2 = Pb^2O + Pb^2O^3 \qquad (3)$$

$$PbH + PbO^2 = Pb + HO + PbO \qquad (4)$$

$$Pb + SO^4H + PbO^2 = PbO + HO + SO^4Pb \qquad (5)$$

$$Pb + SO^4H + PbO^2 = SO^4Pb + HO + PbO \qquad (6)$$

$$Pb + 2SO^3 + Aq + PbO^2 = SO^4Pb + Aq + SO^4Pb \text{ [1]} \qquad (7)$$

Dans ces sept équations, il y en a au moins six d'erronées. Je dois dire immédiatement que la formule (7) est celle à laquelle je me suis rallié.

Cette équation met en jeu deux équivalents d'acide sulfurique.

La sulfatation des deux électrodes, avec production de deux équivalents d'eau, a déjà été indiquée comme possible par des

[1] Je fais figurer ici Aq pour signaler l'intervention indispensable de l'eau, sans préjuger le nombre d'équivalents engagés (un, deux.....) ni la forme de leur combinaison.

Digitized by Google

auteurs qui seront cités plus loin. Cette opinion devient moins incertaine par le rapprochement et la discussion des diverses argumentations qu'on va rapporter — et aussi par l'examen des *accumulateurs au cuivre et au zinc* dont les réactions, comparables à celles des piles Planté, comportent une sulfatation non douteuse de l'électrode négative.

On traitera exclusivement des actions chimiques essentielles, — celles qui correspondent à la charge et à la décharge normales, — en faisant abstraction des produits instables, hydrogénés ou suroxygénés, auxquels est due la surélévation onéreuse de la force électromotrice[1].

I

La première opinion à consulter dans l'étude chimique des piles secondaires du genre Planté, c'est celle de leur inventeur. Des publications faites par ce savant physicien, j'extrais les passages relatifs aux phénomènes chimiques :

VOLTAMÈTRE A FILS DE PLOMB. — . . . .

Cette adhérence et cette insolubilité du peroxyde de plomb, jointes à son affinité pour l'hydrogène, en raison du degré élevé de son oxydation, contribuent à faire produire, par un voltamètre à électrodes de plomb, un courant secondaire plus intense et de plus longue durée que celui de tous les autres métaux.

Le plomb recouvert de peroxyde de plomb se comporte, en effet, dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique, d'une manière exactement inverse à celle du zinc dans le même liquide. Il tend à décomposer l'eau, en s'emparant de l'hydrogène, et à devenir le pôle positif d'un couple, si on l'associe à du plomb non oxydé, tandis que le zinc pur tend à décomposer l'eau en s'emparant de l'oxygène, et devient le pôle négatif d'un couple qu'il forme avec un autre métal.

A cette cause de développement d'un courant secondaire par le voltamètre à électrodes de plomb, s'ajoute encore l'effet produit sur le fil ou la lame du pôle négatif, lorsque le circuit du voltamètre est fermé sur lui-même, après le passage du courant primaire.

Sous l'action du courant primaire, la lame de plomb placée au pôle négatif ne subit pas un changement aussi marqué que celle du pôle

[1] Voy. ma note sur les *Variations de la force électromotrice dans les accumulateurs* dans l'*Électricien* du 1er février 1884.

Digitized by Google

positif; cependant comme le plomb est toujours plus ou moins oxydé par son exposition à l'air, elle est ramenée à un état métallique plus parfait par l'hydrogène éminemment réducteur de la pile, et sa nuance passe du gris bleuâtre à un gris blanc beaucoup plus clair.

Lorsqu'on ferme ensuite le circuit secondaire, l'eau étant décomposée à l'intérieur du couple, en même temps que l'hydrogène se porte sur la lame peroxydée, l'oxygène se porte sur la lame maintenue précédemment métallique par le courant primaire et l'oxyde légèrement. Cette oxydation est même visible; car la lame de plomb négative se ternit immédiatement, dès qu'on ferme le circuit secondaire. Une lame de plomb, seule ou associée à une autre lame de plomb identique, ne s'oxyderait pas ainsi dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique et ne donnerait naissance à aucune force électromotrice, pas plus que le zinc pur ou amalgamé, dans les mêmes conditions. Mais, de même que la liaison du zinc pur ou amalgamé avec un autre métal moins attaquable, plongeant également dans l'eau acidulée, ou, mieux encore, dans un liquide pouvant se combiner avec l'hydrogène, détermine l'attaque du zinc et, par suite, le développement d'un courant; de même la liaison d'une lame de plomb ordinaire avec une lame de plomb peroxydé, qui tend à décomposer l'eau en s'emparant de l'hydrogène, détermine en même temps l'oxydation de l'autre lame, et, par suite, le développement d'un supplément de force électromotrice provenant de cette oxydation.

Telle est la double action chimique qui se produit dans un voltamètre à électrodes de plomb, dès qu'on ferme le circuit secondaire, après la rupture du courant primaire, et telle est la double cause du développement du courant secondaire énergique obtenu avec ce métal[1].

Voile d'oxyde produit, au pôle positif, pendant la décharge des couples secondaires. — .... Si l'on décharge un de ces couples, en faisant rougir, par exemple, un fil de platine, la lame négative conserve d'abord, dans sa partie extérieure visible, la teinte gris clair du plomb métallique, pendant presque tout le temps que dure l'incandescence; mais, dès que le fil cesse de rougir, on voit apparaître un voile sombre qui recouvre la surface extérieure de la lame et lui donne une teinte d'un gris plus foncé. L'oxydation de cette lame par le courant intérieur du couple secondaire n'est pas assez complète ni assez prolongée pour lui donner la teinte du peroxyde de plomb; mais son change-

[1] *Recherches sur l'électricité*, par Gaston Planté. Paris, fév. 1879, p. 17, 18 et 19, de la réimpression dudit ouvrage. Paris, 1883, aux bureaux de la revue *la Lumière électrique*.

Digitized by Google

ment d'aspect physique est néanmoins appréciable et révèle le phénomène chimique produit. Pendant la plus grande partie de la décharge, l'oxydation se développait à l'intérieur de la spirale; vers la fin, elle a envahi peu à peu la lame tout entière, et, naturellement avec plus de lenteur, la partie extérieure qui n'est pas en regard de l'autre électrode[1].

..... C'est, en somme, un dépôt galvanique de peroxyde de plomb qu'il s'agit de produire dans ces couples secondaires, aux dépens de la surface du métal qui n'est pas pénétrable, et cependant le plus épais possible, pour accumuler, sous cette forme, le travail de la pile, et, en même temps, assez adhérent à la surface de la lame pour pouvoir subir, sans se détacher, une série indéfinie de réductions et de réoxydations successives.

Cette considération m'a conduit à essayer de produire le peroxyde de plomb sur les lames aux dépens du liquide, afin de pouvoir en accumuler une plus forte épaisseur, et, pour cela, de former ce liquide d'un sel de plomb plus ou moins étendu. Mais alors l'eau acidulée par l'acide sulfurique ne peut plus être employée ; car cet acide précipite les sels de plomb ; et si l'on emploie d'autres dissolutions acides contenant ce métal, le plomb se dépose sur la lame négative sous forme d'aiguilles cristallines qui établissent rapidement des contacts avec la lame positive, et arrêtent ainsi toute décomposition ultérieure.

Si l'on a recours à des dissolutions alcalines, le plomb se dépose sous une forme spongieuse qui augmente rapidement de volume et présente un inconvénient analogue au précédent ; de plus, le peroxyde de plomb, une fois déposé, ne tend point à s'attaquer au sein de la dissolution alcaline, comme au sein de l'eau acidulée par l'acide sulfurique, de sorte qu'on n'obtient plus, dans ces conditions, qu'un très faible courant secondaire.

Je me suis donc arrêté, jusqu'ici, à l'emploi de l'eau acidulée au 1/10 par l'acide sulfurique qui a toujours fourni, par son action sur le peroxyde de plomb, un courant secondaire d'une intensité supérieure à celle de toutes les autres combinaisons acides ou alcalines[2].

On voit que M. Gaston Planté a voulu garder une certaine réserve sur les réactions chimiques accomplies dans ses piles ; car les citations qui précèdent ne fournissent pas tous les termes

[1] *Ibidem*, p. 63 et 64.
[2] *Les Mondes*, 2e série, Xe année, t. XXVII, no 11, 14 mars 1872.

Digitized by Google

de l'équation de la décharge. Pourtant l'auteur signale les propriétés comburantes du peroxyde de plomb *dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique;* il déclare que ce liquide a toujours fourni, *par son action sur le peroxyde de plomb,* un courant secondaire d'une intensité supérieure à celle de toutes les autres combinaisons acides ou alcalines. S'il n'y a pas là l'indication formelle d'une formation de sulfate de plomb sur l'électrode peroxydée, selon l'équation



$$PbO^2 + SO^4H = PbSO^4 + O + HO,$$

on peut dire que les faits constatés n'y contredisent point.

Sur l'autre électrode, l'auteur a cru voir se former de l'*oxyde de plomb,* et non du sulfate : opinion contredite par des travaux récents.

D'après M. Planté, d'accord cette fois avec les constatations des chimistes, les réactions de son accumulateur intéresseraient *un* équivalent de plomb sur chaque électrode :

> ..... En admettant qu'on ne cherche à transformer que la moitié de l'épaisseur du métal, pour conserver l'autre moitié comme corps de chaque électrode, et même que le peroxyde ne soit réduit, lors de la décharge, qu'à l'état de protoxyde, on pourrait espérer obtenir, à l'aide de cette méthode, un courant de décharge suffisant pour déposer, par kilogramme de plomb du couple secondaire, environ 74 grammes de cuivre, ce qui représenterait une quantité assez considérable d'électricité [1].

Le poids de plomb actif sur chaque électrode étant 250 grammes, et les équivalents du cuivre et du plomb étant respectivement 31,75 (Dumas) et 103,5 (Dumas et Stas), on trouve en effet :

$$250 : 74 :: 103,5 : 31,75$$

sauf une légère différence, due sans doute à une erreur de calcul ou d'impression.

II

M. Camille Faure, inventeur de la *formation rapide,* a émis

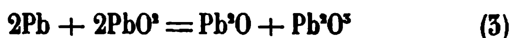
[1] *Compt. rend. des séances de l'Acad. des sc.,* 28 août 1884.

Digitized by Google

une opinion sur la chimie de ses accumulateurs, qui appartiennent au genre Planté, et doivent, une fois formés, donner lieu aux mêmes réactions. Je cite textuellement :

Je me suis beaucoup occupé de la théorie chimique de ma pile, et par des analyses répétées de la matière des couches actives des électrodes à différentes époques de la charge et de la décharge, en tenant compte du courant qui avait passé entre deux expériences, j'ai cru pouvoir établir que l'effet immédiatement observable était le transport d'une certaine quantité d'oxygène d'une électrode à l'autre et *vice versa*, suivant la proportion établie en électrochimie, et que, pendant la décharge par exemple, le plomb réduit devenait Pb^2O, tandis que le plomb peroxydé Pb^2O^4 devenait P^2O^3. Mais j'ai observé que ceci n'avait lieu que dans une faible proportion de la masse des couches, environ 10 pour 100 [1].

Cette opinion, qui se traduirait par l'équation



$$2Pb + 2PbO^2 = Pb^2O + Pb^2O^3 \qquad (3)$$

ne me paraît plus soutenable, non plus que celles exprimées par les formules (1), (2), (4), (5) et (6), depuis les travaux dont je vais résumer les résultats.

III

J'arrive au travail le plus important qui ait été fait sur la chimie des accumulateurs.

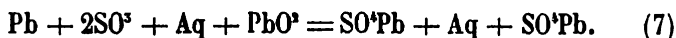
MM. Gladstone et Tribe ont, longtemps après M. Planté, constaté la présence du sulfate de plomb sur les deux électrodes des piles secondaires; ils en ont nettement conclu à l'intervention électrolytique de l'acide sulfurique dans les réactions du couple. Depuis la publication de leurs travaux dans *Nature* (1882), la formation électrolytique du sulfate de plomb sur les deux électrodes a pu être considérée comme très-probable.

Les auteurs ont opéré sur des accumulateurs Faure, lesquels, par leur rapide formation, la texture de leurs dépôts et leur grande capacité de travail, se prêtaient commodément à des expériences renouvelées et à des vérifications rapides.

[1] Voy. la collection du journal l'*Électricité*.

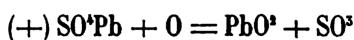
Digitized by Google

La production abondante du sulfate de plomb, pendant la décharge, sur les deux électrodes d'une pile Faure, avec appauvrissement correspondant de l'eau acidulée sulfurique qui les baigne, a été nettement constatée. Après la décharge, l'électrode négative porte un mélange de plomb métallique et de sulfate de plomb; sur l'électrode positive, le sulfate est mêlé à du peroxyde inaltéré, résultats qu'on peut traduire ainsi :



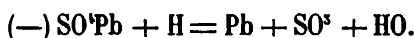
$$Pb + 2SO^3 + Aq + PbO^2 = SO^4Pb + Aq + SO^4Pb. \quad (7)$$

Pendant la *charge*, les phénomènes inverses doivent se produire, c'est-à-dire qu'on aurait d'un côté :



$$(+)\ SO^4Pb + O = PbO^2 + SO^3$$

et de l'autre



$$(-)\ SO^4Pb + H = Pb + SO^3 + HO.$$

La première de ces réactions, aisément vérifiable, a été généralement admise; la seconde a été contestée par le docteur Olivier Lodge et par Sir William Thomson, qui n'avaient pu obtenir nettement la réduction électrolytique du sulfate de plomb.

Si cette réduction n'avait point lieu pendant la charge, des quantités nouvelles de sulfate de plomb se formeraient à chaque décharge, aux dépens de l'électrode négative, qui serait rapidement détruite. Cette conséquence est contredite par les faits; car on ne voit pas le sulfate de plomb foisonner indéfiniment, et quand l'accumulateur périt, ce n'est pas par son électrode négative, dont la durée est grande. La réduction *nécessaire* du sulfate de plomb réclamait cependant une démonstration directe; MM. Gladstone et Tribe ont réussi à l'obtenir.

Sur une lame de platine, ils ont étendu 20 grammes de sulfate de plomb blanc, maintenu par une enveloppe de papier parchemin; ainsi préparée, l'électrode a été placée dans l'eau acidulée sulfurique, et reliée au pôle négatif d'une pile, en présence d'une autre électrode reliée au pôle positif. Le courant traversant ce voltamètre était réglé à l'intensité de 1 ampère.

Pendant toute la durée de l'expérience, un dégagement d'hydrogène abondant se fit sur la lame préparée, et ce n'est qu'au

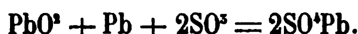
Digitized by Google

bout de vingt-quatre heures qu'on put apercevoir, à travers le parchemin, de petites taches noires de plomb métallique; ces taches s'étendirent peu à peu, irrégulièrement, et au bout de dix jours, le sulfate était presque entièrement réduit en une masse de plomb spongieux.

La lenteur de la réduction, dans cette expérience, provient sans doute de la mauvaise conductibilité du sulfate de plomb. Dans les accumulateurs ordinaires, ce sel est mêlé de plomb métallique et de peroxyde, qui diminuent sa résistance et permettent sa réduction rapide.

Dans un accumulateur Faure complètement déchargé, le mélange contenait 51 pour 100 de sulfate de plomb; après une charge de soixante heures à l'intensité de 1 ampère, le sel fut complètement réduit.

Indépendamment de ces actions principales, il se forme encore du sulfate de plomb, par l'action d'un couple local, constitué par le peroxyde et le plomb métallique de l'électrode positive :



$$PbO^2 + Pb + 2SO^3 = 2SO^4Pb.$$

Le sulfate est réduit pendant la décharge, fournissant du plomb spongieux qui laisse pénétrer plus profondément l'eau acidulée sulfurique : ainsi s'expliqueraient les progrès spontanés de la *formation*, obtenus par le repos des couples [1]. La masse spongieuse s'accroît successivement aux dépens de la lame de plomb conductrice, jusqu'à la destruction de cette lame.

Pendant la décharge, la formation de sulfate de plomb par action locale se produit encore sur l'électrode peroxydée, car on constate une plus grande quantité de sel sur cette lame que sur l'électrode opposée.

Enfin on trouve, mêlées à la masse de sulfate et de plomb métallique de l'électrode négative, des parcelles de peroxyde de plomb, qui proviendraient d'une suroxydation électrolytique partielle du sulfate pendant la décharge.

D'après MM. Gladstone et Tribe, cette formation de peroxyde en circuit fermé serait la cause des *décharges résiduelles* [2] jus-

[1] Gaston Planté, *Recherches sur l'électricité*, pp. 50, 53 et 54.
[2] *Ibidem*, p. 70.

Digitized by Google

qu'alors inexpliquées : le peroxyde de la lame négative tend à mettre les deux électrodes en équilibre, bien avant l'épuisement du peroxyde de la lame positive; il en résulte un ralentissement prématuré de la décharge. Si l'on abandonne alors le couple à lui-même, à circuit ouvert, le peroxyde positif, mélangé à du sulfate, ne se décompose que lentement; tandis que le peroxyde négatif, peu abondant, est bientôt sulfaté au contact du plomb métallique : l'hétérogénéité reparaît; l'accumulateur redevient apte à donner une nouvelle décharge, laquelle peut, par les mêmes causes, fournir de nouveaux *résidus*.

La production du peroxyde de plomb sur la lame négative est d'autant plus importante que l'intensité du courant secondaire est plus grande; aussi le *rendement en quantité*[1] diminue-t-il quand on accélère la décharge.

IV

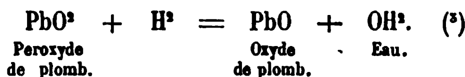
M. E. Frankland a repris, plus récemment, l'étude des réactions chimiques accomplies dans les accumulateurs du genre Planté[2]. Voici les conclusions que cet auteur a tirées de ses expériences :

Il me semble, dit M. Frankland, que pendant la décharge d'un accumulateur, les effets chimiques sont les suivants :

1° L'électrolysation de l'acide sulfurique hexabasique comme pendant la charge ;

2° La transformation de l'anhydride sulfurique en acide sulfurique hexabasique, telle qu'elle a été décrite plus haut;

3° L'action chimique sur le dépôt de la lame, qui primitivement positive ou électrode, est devenue négative, c'est-à-dire celle d'où s'échappe le courant positif par le circuit extérieur,



$$PbO^2 + H^2 = PbO + OH^2. \quad (^3)$$

Peroxyde de plomb. — Oxyde de plomb. — Eau.

[1] Coefficient de réstitution.

[2] *Contribution à la théorie chimique des piles secondaires. Proceedings of the Royal Society*, n° 224, 1883.

[3] Si l'on rapproche ces formules des précédentes, il faut tenir compte des différences résultant des systèmes de notation.

Digitized by Google

L'oxyde de plomb ainsi formé est immédiatement converti en sulfate de plomb :



$$PbO + SO^6H^6 = SO^4Pb + 3OH^2 ;$$

4° L'action chimique sur le dépôt de la lame négative devenue actuellement positive :



$$Pb + O + SO^6H^6 = SO^4Pb + 3OH^2.$$

Ainsi, pendant la décharge d'un accumulateur, comme pendant la charge, l'action initiale est due à l'électrolysation de l'acide sulfurique hexabasique. L'oxygène éliminé sur la lame positive convertit le métal réduit de cette lame en oxyde de plomb, tandis que l'hydrogène transforme dans le même oxyde le peroxyde de plomb de l'autre lame. Dans les deux cas cet oxyde de plomb est de suite converti en sulfate de plomb par l'acide sulfurique ambiant, remettant ainsi les deux lames dans les conditions où elles se trouvaient avant le commencement de la charge.

Je crois que l'auteur a voulu pousser trop loin l'interprétation des phénomènes. On n'en est pas arrivé encore à pouvoir saisir et expliquer le mécanisme intime des réactions électrolytiques; la prudence conseille de s'en tenir aux *faits acquis*, sans les agrémenter d'interprétations ingénieuses. Or, M. Frankland a constaté :

Que les gaz condensés dans les électrodes ne jouent, dans la pratique, aucun rôle dans le phénomène d'accumulation de la pile secondaire;

Que la densité de l'acide sulfurique diminue pendant la décharge et augmente pendant la charge, phénomènes que l'auteur explique, comme MM. Gladstone et Tribe, par la synthèse et l'analyse du sulfate de plomb. Ainsi se trouve confirmé le bien fondé de l'équation,



$$Pb + 2SO^3 + Aq + PbO^2 = SO^4Pb + Aq + SO^4Pb \quad (7)$$

qui exprime *en bloc* l'ensemble des réactions finales, en admettant exclusivement les produits secondaires *présents* et les matières premières indispensables.

Digitized by Google

V

La sulfatation électrolytique des électrodes me paraît maintenant bien établie, surtout du côté positif. Les doutes qui pourraient subsister sur la sulfatation de l'électrode négative seront dissipés par l'examen des accumulateurs *au cuivre* et *au zinc*[1].

Ces accumulateurs consistent, comme on sait, en un positif Planté, mis en présence d'une lame de cuivre ou de zinc, dans de l'eau acidulée sulfurique tenant en dissolution du sulfate du métal négatif. Les équations chimiques de la décharge peuvent, selon moi, être formulées ainsi :

Pour l'accumulateur au cuivre :



$$Cu + 2SO^3 + Aq + PbO^2 = SO^4Cu + Aq + SO^4Pb \quad (8)$$

Et pour l'accumulateur au zinc :



$$Zn + 2SO^3 + Aq + PbO^2 = SO^4Zn + Aq + SO^4Pb \quad (9)$$

Ici, la sulfatation de l'électrode négative est évidente, et l'analogie des actions chimiques entre les accumulateurs et les piles primaires s'impose.

L'analogie va jusqu'à la similitude pour l'accumulateur au zinc qui reconstitue, sauf la forme et le mode de construction, l'ancienne pile au peroxyde de plomb inventée par de La Rive et décrite par lui en ces termes :

Le peroxyde de plomb amené à l'état d'une poudre sèche et fine, est tassé avec soin dans une auge poreuse en porcelaine dégourdie, telle que celles qui servent aux piles de Grove. Une lame mince de platine est placée au milieu de l'auge, de façon qu'elle soit complètement enveloppée de peroxyde; cette lame porte un appendice auquel est soudé un fil conducteur; on plonge l'auge poreuse remplie de peroxyde et une lame de zinc amalgamé dans une dissolution saline ou acide, puis on fait communiquer respectivement les lames de zinc et de platine avec les deux fils d'un voltamètre; on obtient ainsi jusqu'à 10 centimètres cubes de mélange gazeux par minute,

[1] Voy. l'*Électricien* du 1er déc. 1883.

Digitized by Google

tandis qu'avec un couple de Grove semblable, sauf que le peroxyde de plomb est remplacé par l'acide nitrique, on ne produit qu'une décomposition à peine sensible. Seulement l'effet s'affaiblit au bout de quelques moments[1]...

L'accumulateur au zinc est, à la vérité, plus énergique et plus constant que la pile du savant Genevois; sa supériorité vient de la suppression du vase poreux, et du contact plus étendu et plus intime du peroxyde sur l'électrode. Mais au point de vue théorique, le nouvel accumulateur au zinc n'est qu'une ancienne pile améliorée, et l'ancienne pile de La Rive est un accumulateur, car il est régénérable par électrolyse.

Les piles secondaires sont des piles. Or la sulfatation du zinc dans les couples primaires est certaine; on sait, depuis les travaux de Favre, que cette sulfatation est électrolytique et non locale, — car les calories correspondantes peuvent être récupérées dans le circuit extérieur[2].

De même, le plomb négatif doit être sulfaté dans les accumulateurs du genre Planté, et c'est l'insolubilité du sulfate de plomb qui oblige à donner une structure poreuse à leur électrode négative; tandis que dans ceux au zinc ou au cuivre, la porosité n'est utile que du côté positif.

Les équations thermochimiques qui pourraient contrôler et compléter les formules, ne peuvent pas être posées quant à présent, parce que la chaleur de formation du peroxyde de plomb n'est pas encore connue. En attendant cette vérification, la formation électrolytique des sulfates, dans les trois systèmes d'accumulateurs étudiés, me semble établie avec un haut degré de probabilité.

J'examinerai les conséquences pratiques de cette théorie dans un prochain article. ÉMILE REYNIER.

[1] *Traité d'électricité théorique et appliquée*, par A. de la Rive, t. II, pp. 619 et 620.

[2] BERTHELOT, *Essai de mécanique chimique*, t. II, p. 327.

Digitized by Google

NOTE
SUR UNE MÉTHODE DE MESURE TRÈS RAPIDE
DES GRANDES DIFFÉRENCES DE POTENTIEL

La méthode généralement employée aujourd'hui dans la pratique, consiste à boucler, sur les deux points entre lesquels existe une différence de potentiel à mesurer, un galvanomètre de grande résistance intérieure et à déduire des indications de l'appareil

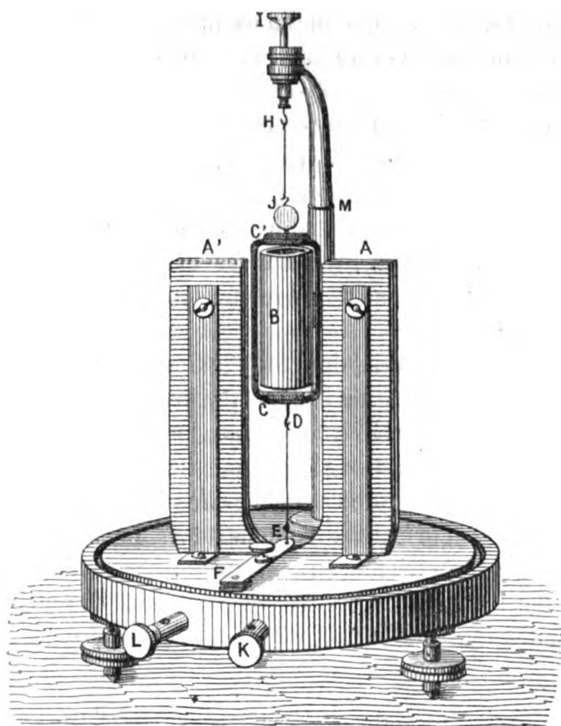


Fig. 1. — Galvanomètre apériodique de MM. Deprez et d'Arsonval

préalablement étalonné la valeur en volts de cette différence. Or l'étalonnage, qui ne peut s'effectuer *pratiquement* qu'à l'aide de petites forces électromotrices fournies par quelques éléments

Digitized by Google

étalons, oblige à restreindre beaucoup le champ des indications de l'appareil. Il en résulte, pour la mesure des potentiels élevés, l'obligation de placer sur son circuit des résistances considérables. Malgré cela, on absorbe aussi dans certains cas, comme je le montrerai plus loin, une fraction notable de l'énergie à mesurer.

Le même reproche ne peut pas être adressé, du moins au même degré, à la méthode que je vais décrire.

Je me hâte de dire d'abord que cette méthode n'est pas nouvelle quant au principe, puisqu'elle est basée sur l'emploi du condensateur, mais elle sera très appréciée des praticiens à cause de l'extrême rapidité avec laquelle les mesures s'effectuent, rapidité qui est uniquement due aux qualités spéciales du galvanomètre *balistique* employé.

L'appareil dont je fais usage est le galvanomètre apériodique de MM. Deprez et d'Arsonval. Il se compose, comme l'indique la figure 1, d'un cadre galvanométrique rectangulaire CC′ de faible résistance (200 ohms environ), suspendu et maintenu par deux fils d'argent écroui IH et DE entre les branches d'un puissant aimant AEA′. Ces fils servent en même temps à amener le courant dans le cadre.

Cet intéressant appareil, dont le principe est dû à sir W. Thomson, n'ayant pas été jusqu'ici employé, du moins à ma connaissance, comme galvanomètre *balistique*, je vais entrer à ce sujet dans quelques considérations qu'il me semble nécessaire d'exposer, afin d'inspirer toute confiance dans la méthode.

Considérons d'abord deux condensateurs de capacités C et C′. Il est clair que si on les met en communication avec deux sources de forces électromotrices E et E′, ils prendront des charges respectives telles que :

$$Q = CE$$
$$Q' = C'E'$$

d'où :

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{C}{C'} \times \frac{E}{E'}$$

d'où enfin :

$$E = E' \times \frac{C'}{C} \times \frac{Q}{Q'} \qquad (1)$$

Digitized by Google

Ainsi la force électromotrice E pourra être déterminée en fonction de E', prise si l'on veut comme unité, si l'on connaît seulement le *rapport* $\frac{C'}{C}$ des capacités et le *rapport* $\frac{Q}{Q'}$ des charges des deux condensateurs.

Si l'on a à sa disposition une boîte de condensateurs étalonnés, le rapport $\frac{C'}{C}$ sera toujours connu. Tout revient donc à déterminer le rapport $\frac{Q}{Q'}$ des charges.

Or supposons que nous placions entre le condensateur et la source électromotrice, le galvanomètre décrit plus haut, la quantité d'électricité qui va charger le condensateur au potentiel de la source, est forcée à passer tout entière par le cadre. Celui-ci n'ayant qu'une très faible résistance effective est un moment d'inertie par rapport à son axe relativement grand, le courant de charge est tellement instantané que, pendant sa *durée*, il n'y a pas de déplacement appréciable. Néanmoins ce courant variable communique au cadre une impulsion variable également à chaque instant, mais qui reste toujours proportionnelle à l'intensité i du courant, parce que, dans le temps très court considéré, rien ne change que cette intensité. Il en résulte que l'impulsion *totale* communiquée au cadre pendant le temps t est proportionnelle à

$$\int_0^t idt.$$

On a donc :

$$\int_0^t \mathrm{P}dt = \mathrm{K}\int_0^t idt$$

K étant un coefficient qui est fonction des dimensions et formes du cadre et de l'intensité moyenne du champ magnétique dans la partie qu'il occupe au repos.

D'autre part, la quantité Q d'électricité qui traverse une section du fil est, comme on le sait, proportionnelle à l'intensité i et au temps t, en sorte que la quantité $d\mathrm{Q}$, qui passe pendant un intervalle de temps dt infiniment petit, est :

$$d\mathrm{Q} = idt + tdi.$$

Digitized by Google

Mais le temps t étant lui-même très petit dans le cas qui nous occupe, on peut négliger le terme tdi et écrire :

$$i = \frac{dQ}{dt};$$

par conséquent,

$$\int_0^t \mathrm{P}dt = \mathrm{K}\int_0^t \frac{dQ}{dt}\,dt$$

$$= \mathrm{K} \times \mathrm{Q}.$$

Le cadre étant libre de se mouvoir, l'impulsion totale $\int_0^t \mathrm{P}dt$ lui communique une quantité de mouvement mv rigoureusement égale et qu'il conserverait indéfiniment, si la torsion des fils de suspension, qui est d'ailleurs la seule force retardatrice qui soit dès lors à considérer, ne venait la diminuer à chaque instant. Or cette force étant continuellement croissante, il est clair qu'il arrive un moment où la quantité de mouvement mv devient nulle. A partir de cet instant le cadre est ramené vers sa position initiale par la force de torsion des fils, et si l'on admet qu'il n'y a pas eu dans l'intervalle de pertes sensibles de force vive[1], il possède alors la même quantité de mouvement qu'au départ.

Les forces de torsion devant être observées à l'aide des angles ou arcs de torsion correspondants, il reste à déterminer maintenant quelle est la relation qui lie les quantités de mouvement à ces arcs.

Pour cela, reportons-nous à l'instant où le cadre revient sur lui-même sous la seule impulsion du couple élastique variable développé par les fils de suspension. L'accroissement de sa puissance vive est à chaque instant égale (numériquement) au travail élémentaire développé par la force de torsion F de ces fils. Par conséquent, la puissance vive *totale* acquise par lui au moment où il repasse par la position qu'il occupait au départ est :

$$\frac{mv^2}{2} = \int_0^\alpha \mathrm{F}d\alpha \cos(\mathrm{F},d\alpha),$$

[1] Ces pertes peuvent être dues, soit à la résistance de l'air, soit à l'imparfaite élasticité des fils (Coulomb), soit enfin aux petites forces électromotrices développées par les oscillations du cadre et qui chargent et déchargent *partiellement* le conden-

Digitized by Google

m étant sa masse par rapport à l'axe de rotation, et α la longueur de l'arc correspondant à l'amplitude de la première oscillation.

Or d'après une des lois de Coulomb sur les fils métalliques, l'ensemble des réactions élastiques d'un fil déformé par la torsion se réduit à un couple dont le moment est proportionnel à l'arc de torsion; il en résulte que :

$$\frac{mv^2}{2} = k' \int_0^\alpha \alpha d\alpha$$

$$= \frac{k'\alpha^2}{2}$$

d'où :

$$v = \sqrt{\frac{k'}{m}} \times \alpha,$$

k' étant un coefficient qui caractérise les fils de suspension.

Ainsi les vitesses de déplacement du cadre sont proportionnelles aux arcs de torsion, par conséquent les quantités *totales* de mouvement sont entre elles comme les amplitudes des premières oscillations.

Il est donc permis en toute rigueur de remplacer dans la formule 1 le rapport des charges $\frac{Q}{Q'}$ par le rapport $\frac{\alpha}{\alpha'}$ des amplitudes et d'écrire :

$$E = E' \times \frac{C'}{C} \times \frac{\alpha}{\alpha'} \qquad (2)$$

Dans la pratique, les amplitudes d'oscillation se déterminent par l'observation des élongations maxima ou digressions d'une tache lumineuse sur une échelle rectiligne. En réalité, ce qu'on détermine c'est la valeur du rapport

$$\frac{\operatorname{tg} 2x}{\operatorname{tg} 2x'}.$$

Mais, pour les angles de torsion qui ne dépassent pas 7 degrés,

sateur. En tout cas, on peut tenir compte de toutes ces résistances passives, qui sont du reste très faibles, en ajoutant, comme le conseille M. F. Jenkin, à l'amplitude de la première oscillation le quart de la différence observée entre cette amplitude et la seconde.

l'erreur relative n'est jamais supérieure à $\frac{1}{50}$. Elle est de l'ordre de celles qu'on peut commettre dans l'observation des passages.

La longueur des fils de suspension en argent étant très petite (4 centimètres au plus) dans le modèle que j'avais entre les mains, j'ai tenu à m'assurer si, dans les limites où l'on opère généralement, les couples de torsion étaient bien proportionnels aux déviations; ce que j'ai reconnu par la constatation à l'aide d'une montre à secondes de l'isochronisme des oscillations que je faisais effectuer au cadre *à vide*.

Ce premier point étant acquis, j'ai tenu également à m'assurer si les déviations étaient bien proportionnelles aux charges. Je me suis servi pour cela d'un excellent condensateur de Clark et Muirhead, gradué par dixièmes de microfarad, et d'une pile étalon[1] de 4 éléments Latimer Clark au protosulfate de mercure, fournissant une force électromotrice de 5,828 volts. Ces appareils avaient été obligeamment mis à ma disposition par M. D. Monnier.

L'échelle transparente employée, du modèle de M. Carpentier, était divisée en millimètres et se trouvait placée à $0^{m},98$ du miroir du galvanomètre. Les résultats d'expériences sont consignés dans les tableaux 1 et 2. Ceux du tableau 2 sont relatifs à une autre série d'observations faites avec le même condensateur, mais avec une force électromotrice de 27,14 volts.

On voit qu'ils sont aussi satisfaisants que possible et que l'emploi de l'intéressant et rustique appareil de MM. Deprez et d'Arsonval, comme galvanomètre *balistique*, est certainement le plus rationnel, je dirai même le seul rationnel.

Il est facile de déduire des chiffres des tableaux 1 et 2, afin de se faire une idée de sa sensibilité, qu'en chargeant par son intermédiaire un condensateur d'un microfarad au potentiel d'un volt, la déviation du cadre correspondrait à 17,47 divisions de l'échelle. Il en résulte qu'avec un condensateur de $\frac{1}{1000}$ de microfarad[2] et une déviation 10 fois plus grande, produite par

[1] Cette pile étalon est certainement la meilleure que l'on puisse employer pour les mesures effectuées à l'aide du condensateur.

[2] On construit aujourd'hui des boîtes de condensateurs analogues aux boîtes de

Digitized by Google

conséquent par le passage instantané de 10 microcoulombs, il serait possible avec ce même galvanomètre de mesurer une différence de potentiel de 10 000 volts.

TABLEAU I

CAPACITÉ EN MICROFARAD C.	DIVISIONS DE L'ÉCHELLE D.	RAPPORT $\frac{C}{D}$.
0,1	10,2	102,0
0,2	20,5	102,5
0,3	30,5	101,07
0,4	40,75	101,87
0,5	50,75	101,6
0,6	61,0	101,67
0,7	71,0	101,43
0,8	81,5	101,87
0,9	91,75	101,94
1,0	102,0	102,0
MOYENNE		101,84

TABLEAU II

CAPACITÉ EN MICROFARAD C.	DIVISIONS DE L'ÉCHELLE D.	RAPPORT $\frac{C}{D}$.
0,1	47,5	475,0
0,2	94,5	472,5
0,3	142,0	473,3
0,4	190,0	475,0
0,5	238,0	476,0
MOYENNE		474,3

J'ai mesuré des potentiels un peu plus élevés à l'aide d'un condensateur dont la capacité (calculée d'après ses dimensions) était de 177,6 unités CGS électrostatiques, soit de 0,000 197 microfarad, en adoptant pour vitesse critique de l'électricité le nombre 3×10^{10}. En chargeant ce condensateur avec une ma-

résistances, qui permettent de faire varier une capacité depuis $\frac{1}{1000}$ jusqu'à 1 microfarad; mais avec la marge que procure l'échelle, il suffirait de 4 condensateurs de 0,001 — 0,01 — 0,1 et 1 microfarad pour mesurer toutes les différences de potentiel comprises entre 1 et 10 000 volts.

Digitized by Google

chine de Holtz et en le déchargeant à travers le galvanomètre, j'ai pu mesurer avec la plus grande facilité des potentiels compris entre 27 000 et 33 000 volts, sans remarquer aucune décharge disruptive dans le cadre.

La précision de la méthode dans la mesure de différences de potentiel aussi élevées, dépend presque uniquement de l'exactitude avec laquelle est connu le *rapport* des capacités des deux condensateurs. La seule précaution à prendre est de faire toutes les connexions à l'aide de fils nus très fins et portés sur des isoloirs de M. Mascart, afin de pouvoir négliger leur capacité propre et assurer leur isolement.

J'ajouterai, pour terminer cette note, quelques remarques pratiques. La disposition que j'ai employée pour effectuer rapidement les mesures est indiquée dans la figure 2. En G se trouve le galvanomètre balistique, en C la boîte de condensateurs, en C' une clef d'inversion, en P la pile étalon et en X la force électromotrice à mesurer. La clef C'' n'est employée que lorsqu'on veut vérifier à chaque instant la constante du galvanomètre ou appliquer la méthode de Munro pour déterminer la résistance intérieure d'une pile. La manœuvre est très simple; en abaissant les touches *t* et *t'* de la clef C', le courant de charge du condensateur passe par le galvanomètre et fournit une déviation qu'on lit sur l'échelle. En laissant ces deux touches se relever, le galvanomètre mis en court circuit revient instantanément au zéro, grâce à sa propriété bien connue, et simultanément le condensateur se décharge. Si l'on abaisse alors les touches *t'* et *t'* de la clef C'', on se trouve prêt à répéter immédiatement la même opération avec la force électromotrice inconnue.

Lorsqu'on veut observer toutes les variations du potentiel aux bornes d'une machine dynamo, on laisse se relever seulement la touche *t'* pour ramener le cadre au zéro, et on l'abaisse de nouveau. On peut suivre alors sur l'échelle toutes ces variations qui se traduisent par des charges et décharges *partielles* du condensateur et que le spot reproduit avec la plus grande fidélité.

La durée d'une oscillation avec le modèle que j'avais entre les mains n'était pas supérieure à 0'',87 seconde, et j'ai pu, avec la disposition que je viens d'indiquer, faire jusqu'à 10 bonnes dé-

Digitized by Google

terminations dans l'espace d'une minute, temps nécessaire pour prendre la vitesse d'une machine.

Certainement, avec des oscillations aussi rapides, l'observation des passages demande de l'attention, mais avec un peu d'habitude on arrive rapidement à faire des mesures très précises. Les lectures ne présentent un peu d'incertitude que pour des déviations qui correspondent à 200, 250 divisions de l'échelle. Ceci tient à ce que, les oscillations étant isochrones, les rappels du spot sont d'autant plus rapides que les amplitudes sont plus grandes. Les vitesses de déplacement pour une même amplitude étant en raison inverse des racines carrées des masses par rapport à l'axe

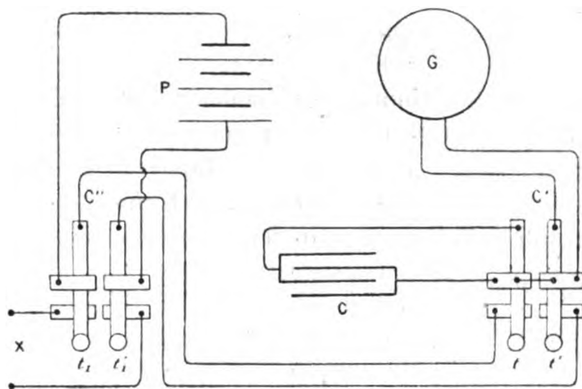


Fig. 2.

de rotation, il est facile de prolonger, si on le désire, la durée d'oscillation à l'aide d'une rondelle de plomb placée, par exemple, à la partie inférieure du cadre. On peut encore, dans le même but, employer des fils de suspension plus fins [1].

Il est, je crois, à peu près inutile de faire remarquer que l'emploi d'un shunt [2] pour diminuer la sensibilité du galvanomètre, aurait pour conséquence immédiate de supprimer complètement les propriétés balistiques de l'appareil.

[1] Pour une même longueur de fil, la durée d'oscillation varie en raison inverse de la section ou du carré du diamètre du fil (Coulomb).

[2] En général, l'emploi des shunts donne toujours lieu à des erreurs, souvent considérables, dans ce genre de mesure, parce que les coefficients d'auto-induction du galvanomètre et de son shunt ne sont jamais les mêmes.

Digitized by Google

J'ai dit au commencement de cet article que la somme d'énergie absorbée par la méthode généralement employée aujourd'hui pouvait devenir considérable, lorsqu'on abordait avec elle la mesure des différences de potentiel élevées.

Je vais citer à ce propos quelques exemples.

Aux expériences de transmission d'énergie faites récemment au chemin de fer du Nord, le galvanomètre employé par les membres de l'Académie des sciences possédait avec ses bobines supplémentaires une résistance de 50 055 ohms. La différence de potentiel à mesurer étant d'environ 2000 volts, le calcul indique que l'énergie absorbée par la mesure s'élevait à $\frac{1}{10}$ de cheval, soit $\frac{1}{45}$ du travail transmis.

A l'Exposition de Munich, les membres du Comité électrotechnique employèrent dans des expériences du même genre un galvanomètre qui avait une résistance totale de 100 000 ohms. Les quantités d'énergie absorbées par ce galvanomètre pour mesurer des différences de potentiel de 850 volts et de 1600 volts, furent respectivement $\frac{1}{25}$ et $\frac{1}{15}$ du travail transmis.

Avec un condensateur de $\frac{1}{1000}$ de microfarad et une déviation de 175 divisions de l'échelle, ce qui correspondrait au passage instantané de 10 microcoulombs dans le cadre du galvanomètre, la méthode que je viens de décrire n'absorberait pas, pour mesurer une différence de potentiel de 10 000 volts, une somme d'énergie supérieure à $\frac{6}{10\,000}$ de kilogrammètre, soit exactement 0,000537 kilogrammètre, en négligeant le travail absorbé par le galvanomètre lui-même. R. ARNOUX.

Digitized by Google

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Contentieux. — United telephone C° contre London Globe and Maintenance C°. — Ce procès intéressant doit venir prochainement devant la Chambre des Lords. La *London Globe and Maintenance C°* menace de devenir un concurrent sérieux de la United Telephone C°. Cette dernière, établie seule pendant longtemps, allait monopoliser l'industrie téléphonique lorsque sa rivale s'est mise à lui faire concurrence, non seulement en province, mais au cœur même de Londres, dans la City. Si cette rivalité ne finit pas par une fusion, le public ne pourra qu'y gagner. En attendant, le procès pendant depuis longtemps doit enfin recevoir une solution définitive et prochaine. L'origine du débat consiste dans l'emploi, par la London Globe C°, du transmetteur à charbon de Hunnings que la United C° déclare être la contrefaçon d'un transmetteur breveté par Edison et dont elle a la propriété. D'un jugement déjà rendu, il résultait que le brevet pris en 1877 par Edison contenant non seulement le transmetteur pour lequel la United C° réclame la propriété exclusive, mais encore le phonographe, fut déclaré nul et la United C° a dû faire les démarches légales nécessaires pour rétablir la validité du brevet. Ces démarches consistent à renier (disclaim) les parties du brevet contribuant à le rendre nul.

Pendant la période du *disclaimer*, la London Globe Telephone C° a fabriqué des quantités de transmetteurs qu'elle a le droit d'employer, et qu'elle emploie, sans aucune contestation.

L'action s'étend aussi au récepteur employé par la Compagnie défendante, et dont la Compagnie plaignante revendique la propriété. Ce récepteur est du système Bell, à diaphragme non métallique, mais muni d'une armature de fer doux. La Compagnie défendante maintient qu'elle peut en faire usage. Il sera intéressant de connaître la décision finale de la plus haute juridiction du pays sur ces deux points importants.

Chemins de fer électriques. — Nous avons déjà parlé des nouveaux projets de chemins de fer souterrains sur lesquels il était question d'appliquer la traction électrique. Ces projets sont actuellement soumis à la décision du Parlement et leur sort sera décidé avant la fin de la session, c'est-à-dire dans l'année courante. Le comte de Belmore doit prochainement interpeller la Chambre des Lords et proposer que le gouvernement fasse l'adoption, par le Parlement, des projets

Digitized by Google

en question, à la condition d'emploi par les Compagnies, de moyens de traction électriques. La raison de cette proposition est la difficulté, et, dans quelques cas, l'impossibilité de ventiler convenablement un réseau souterrain sans faire d'ouvertures à la surface.

Signaux de chemins de fer. — Un nouveau système de signaux électriques de chemins de fer vient d'être publiquement expérimenté par la Gloucester Wagon de Gloucester. Cette invention, due à MM. S. Currié et J.-A. Timmis, consiste en un appareil électro-magnétique combiné avec un système de signaux *interlocking* et de croisements. La particularité de l'appareil électro-magnétique consiste dans un électro-aimant de construction spéciale et au moyen duquel une forte attraction peut être produite, sans secousse, à une distance relativement considérable.

L'appareil électrique qui est contenu dans une petite boîte est placé au sommet de chaque mât de signaux, et actionne directement le bras du signal. Dans sa position normale, le bras est à l'arrêt où il revient chaque fois qu'il cesse d'être sous l'influence de l'appareil électromagnétique. Dans le cas d'accident à l'appareil, le signal reste donc au danger, ce qui est un grand avantage. Le passage du courant dans l'électro-aimant abaisse le bras du signal, indiquant la voie libre, et le signal peut être maintenu dans cette position ou toute autre position intermédiaire avec un courant ne dépassant pas 0,16 ampères. Dans l'expérience en question, les piles primaires ont été remplacées par des accumulateurs, lesquels sont, paraît-il, plus économiques. Ce système fonctionne d'une façon très satisfaisante depuis deux mois ; il est aussi à l'essai sur les lignes de chemins de fer de London Brighton and South Coast, et des Docks de Swansea.

The British Association. — Le meeting annuel de l'Association britannique pour 1884 doit avoir lieu à Montréal (Canada). Le gouvernement du Canada a voté les fonds nécessaires pour défrayer intégralement les frais de passage et de séjour de 50 employés de l'Association, plus une somme de 70 000 francs pour venir en réduction des frais de passage des membres de l'Association. Les Compagnies de navigation ont décidé de réduire le prix du passage de 10 pour 100. Pendant leur séjour, les membres pourront, sur la simple présentation de leur carte, voyager gratis sur tous les chemins de fer de l'État, et la *Canada Pacific Line*, outre qu'elle accorde le passage gratuit aux membres pour des excursions personnelles, offre d'emmener, gratuitement, 150 membres en excursion circulaire aux montagnes Rocheuses ; les membres n'auront à payer qu'un prix insignifiant pour

Digitized by Google

chaque repas, et les Compagnies de télégraphes offrent de transmettre gratuitement, dans le Canada et les États-Unis, toutes les dépêches des membres pendant la durée de la session. Le meeting sera inauguré le 27 août. 1000 membres anglais environ y prendront part; le Président est lord Rayleigh.

Les vice-présidents sont: le gouverneur général du Canada, sir John A. Macdonald, sir Lyon Playfair, sir Alexander Galt, sir Charles Tupper, sir Narcisse Dorion, l'honorable docteur Chauveau, principal Dawson, professor Frankland, doctor L.-H. Hingston, professor Sterry Hunt. Sir Joseph Hooker a accepté le poste de Vice-Président en remplacement de Sir William Siemens, décédé.

Sir William Thomson présidera dans la section A, qui est celle des sciences mathématique et physique.

Professor Roscœ présidera la section B ou de chimie. M. W.-T. Blandford présidera la section C ou de géologie. Professor Moseley présidera la section D ou de biologie. Sir Richard Temple présidera la section F ou des sciences économiques. La section G ou de science mécanique sera présidée par sir F.-J. Bramwell; la section H ou d'anthropologie par doctor E.-B. Tylor, et la section de géographie par sir Léopold Mac Clintock, l'explorateur du pôle Nord. La session promet d'être non moins fructueuse au point de vue scientifique qu'au point de vue de l'agrément. Sir Lyon Playfair a été nommé, et a accepté la présidence de la British Association pour le meeting de l'année 1885 qui doit avoir lieu à Aberdeen.

L'ARTILLERIE AUTOMATIQUE. — Dans une conférence récente qu'il a faite à la *Royal united service Institution*, le major d'artillerie Bucknill a développé un plan de défense nocturne de ponts, routes, entrées de ports, au moyen duquel l'ennemi qui voudrait passer en profitant de l'obscurité ne pourrait le faire qu'en subissant une perte égale à celle qui lui incomberait en plein jour.

D'après ce plan, des pièces d'artillerie seraient convenablement pointées, durant le jour, sur la position qu'il s'agirait de défendre; et ces pièces seraient maintenues toutes chargées et prêtes à être allumées au moyen d'exploseurs placés en circuit ouvert sur une ligne dont les deux extrémités seraient cachées à l'endroit du passage à défendre. L'ennemi ferait le reste, son passage causant la fermeture du circuit et, par conséquent, le tir des canons dirigés contre lui. Le repointage des canons aurait lieu, quant à la direction, au moyen de poteaux enduits de la peinture lumineuse de Balmain, et quant à l'inclinaison, au moyen des mires spéciales du capitaine Scott. Il est évident qu'il y a une idée originale dans le plan du colonel Bucknill,

Digitized by Google

mais il reste à savoir comment l'art de la défensive traitera la question.

Professor Tyndall sur l'électricité historique. — Le professeur Tyndall vient de faire, à la Royal institution, une série de trois conférences intitulées : *The older Electricity; its phenomena and investigators*, et illustrées de nombreuses expériences. Les comptes rendus de ces séances seront lus avec intérêt par tous ceux auxquels il n'a pas été donné d'assister aux conférences populaires de ce savant.

Dans chaque occasion, l'amphithéâtre de l'Institution était comble à suffoquer, et les nombreuses expériences reproduites de divers savants anciens ayant contribué au développement de la science électrique, ont évoqué le plus grand enthousiasme parmi l'auditoire.

Honneurs aux électriciens. — Sur la proposition de l'Académie des sciences de Berlin, l'empereur d'Allemagne a nommé sir William Thomson chevalier de l'ordre pour le mérite, pour les sciences et les arts.

MM. Woodhouse et Rawson ont reçu du comité de l'Exposition internationale des pêcheries un diplôme d'honneur pour leur lampe à incandescence.

Éclairage électrique. — Le *Colossus*, un navire de guerre sur le point d'être achevé à l'arsenal de Portsmouth, doit être éclairé électriquement au moyen de lampes à arc et à incandescence.

Trois dynamos, du type *Victoria*, de la compagnie anglo-américaine Brush, seront employées, deux pour alimenter chacune un foyer de projection (*search light*) de 25 000 candles, et la troisième pour l'alimentation de lampes de 20 candles distribuées dans les différentes parties du navire. Le navire doit être terminé en septembre.

L'éclairage électrique, portatif ou de fantaisie, devient à la mode. A la dernière réception (*conversazione*) du président de la *Society of telegraph-engineers and electricians*, plusieurs invités ont paru ornés de foyers à incandescence portés les uns dans les cheveux ou dans des bouquets, les autres à la boutonnière. L'emploi de pareils foyers, portés sur la tête ou autrement, pour les effets scéniques, est maintenant de notoriété publique. Cette nouvelle mode a fait naître une industrie nouvelle, et nous recevons un prospectus d'une maison qui offre en location, pour bals masqués, théâtres, etc., des étoiles électriques avec batteries pesant 1/2 livre et capables de maintenir allumée une lampe de 2 candles pendant trois heures.

Digitized by Google

L'amusement en question n'est cependant pas à la portée de toutes les bourses; il coûte, pour une soirée: $39^{fr},35$; pour 2 soirées, $52^{fr},50$; pour 3 soirées, $63^{fr},10$. A acheter, il coûte $112^{fr},50$ et le rechargement de la pile coûte $6^{fr},85$.

Une importante démonstration a eu lieu, dernièrement, dans les ateliers de M. Peter Brotherhood, l'inventeur et constructeur bien connu des machines à trois cylindres portant son nom. L'*Engineering* nous apprend que dans cette occasion l'établissement du constructeur en question était éclairé, outre les 16 lampes à arc Siemens usuelles, par 14 lampes à incandescence de 100 candles, 38 de 50 candles, 263 de 20 candles, alimentées par une machine Edison-Hopkinson de 300 lampes Edison type A ou 360 lampes Swan de 100 volts, laquelle était commandée par un moteur Brotherhood. Le moteur et la machine étaient reliés par un manchon d'accouplement flexible, en cuir, imaginé par M. Brotherhood, grâce à l'emploi duquel il n'est plus nécessaire de fixer les arbres de transmission rigoureusement en ligne droite.

M. Brotherhood exposait aussi un dynamomètre de son invention, mais le but principal de la soirée était de produire une série de signaux de navires de la manufacture de MM. Chance brothers, de Birmingham.

Ces signaux, destinés à être employés à bord des navires, comprenaient un feu rouge de bâbord à 112 1/2 degrés; un feu vert de tribord de 112 1/2 degrés; un feu blanc de mât de misaine de 225 degrés et un feu blanc d'ancre de 360 degrés.

Ces foyers sont tous absolument dioptriques, formés non de verre moulé ou pressé, mais de verre optique pur, courbé mathématiquement, poli, et ayant une distance focale de $0^{m},125$ et comprennent une ceinture cylindrique de 5 cercles de lentilles, 6 pièces en tout, d'une hauteur d'environ 17 centimètres.

MM. Chance exhibaient aussi un foyer rotatif de port et un *search light*, alimenté par un courant de 200 ampères.

Ces foyers sont munis de réflecteurs en verre, sphériques ou paraboliques, pressés à chaud entre des matrices et argentés par derrière. Ces réflecteurs sont simples, bon marché et très en faveur à l'amirauté anglaise.

Le steamer *Valetta*, construit dans les chantiers de MM. Caird et compagnie, à Greenock, est éclairé électriquement au moyen de 240 foyers Swan, actionnés par deux dynamos de 150 foyers chacune, commandées par une paire de machines verticales du type Gwynne. La courroie de commande est remplacée par une corde s'enroulant

Digitized by Google

dix fois sur la poulie, système inauguré par la maison Siemens. Ce navire doit faire partie de la flotte de la compagnie *Peninsular and Oriental.* J.-A. Berly.

LA TÉLÉPHONIE A L'EXPOSITION DE VIENNE

(4e article [1])

III. — Commutateurs pour bureaux centraux (*Suite*).

Postes suisses. — Ces postes, construits chez Zellweger et Ehrenberg, à Uster, près Zurich, sont seuls employés actuellement dans les bureaux téléphoniques de l'administration fédérale suisse, où ils ont remplacé le Gilliland Switch Board. La figure 1 montre les dispositions du poste suisse. Il a l'avantage d'être tout en hauteur, et de tenir ainsi peu de place. Un groupe de 50 abonnés tient à peine autant de place qu'un de 25 à la Société des téléphones de Paris ou au Ministère des télégraphes. Les réseaux suisses sont à simple fil. A Bâle, il y a des piles d'appel. Partout ailleurs on fait usage d'appels magnétiques. Après avoir examiné ce système exposé à Vienne, nous en trouvons la description détaillée dans le *Journal télégraphique* de Berne. Nous n'en ferons qu'une étude sommaire.

Le tableau présente en tête 50 volets d'avertisseurs A qui, en tombant, font voir le numéro du poste qui a appelé, et en même temps viennent presser un ressort *r* contre une vis isolée S en communication avec une sonnerie (fig. 2). Cette sonnerie fonctionne seulement pendant la nuit, le bruit que fait le volet en tombant étant suffisant pendant le jour pour attirer l'attention de la téléphoniste. Les 5 rangées d'avertisseurs sont numérotées de haut en bas successivement depuis 1 jusqu'à 50 pour le premier tableau, de 51 à 100 pour le deuxième, etc. Au-dessous sont placés 50 blocs présentant un trou dans lequel on peut engager une fiche.

Une tablette horizontale T est supportée un peu plus bas ; elle sert d'appui aux 10 fiches *f* de 5 fils souples affectés aux connexions à établir entre les abonnés. Ainsi que le montre la figure 1, ces fils passent chacun dans la gorge d'une poulie mobile *p*, et un poids *g* est suspendu à cette poulie. La fiche est plus grosse que le trou par lequel passe le fil ; quand on la retire d'un trou du tableau, elle tombe

[1] Voy. l'*Électricien* du 15 février, 1er mars et du 15 mars 1884.

Digitized by Google

et le fil étant tiré par le contrepoids, elle vient s'arrêter à l'orifice du trou de passage du cordon.

Comme la ligne est à simple fil, la fiche et le bloc sont très simples.

La fiche est en acier, arrondie à son extrémité qui vient, lorsqu'on l'enfonce dans le trou du bloc (fig. 1, 3), rompre la communication entre le ressort *r* relié à la ligne et la vis *a* en relation avec l'avertisseur. Une nouvelle voie est offerte aux courants de la ligne par la corde souple.

Les deux fils qui descendent d'une paire de fiches remontent de leurs poulies vers le dessous de la planchette, où ils sont attachés aux deux bornes d'un des 5 avertisseurs de la rangée A'. Cet avertisseur sert à donner le signal de fin de conversation des deux abonnés qu'on aura reliés au moyen de ces deux fiches.

Les communications sont celles de la figure 4.

Supposons que l'abonné 8 appelle : l'employé prend la première corde souple disponible et place la 1re fiche *f* dans le trou du bloc 8. La ligne 8 est ainsi reliée à une des bornes de l'avertisseur A'.

On voit sur la planchette (fig. 1) en avant des fiches une rangée de 5 boutons, puis une rangée de 10 boutons groupés deux à deux. Un bouton de la première rangée et 2 de la seconde sont affectés au service de la corde souple la plus voisine.

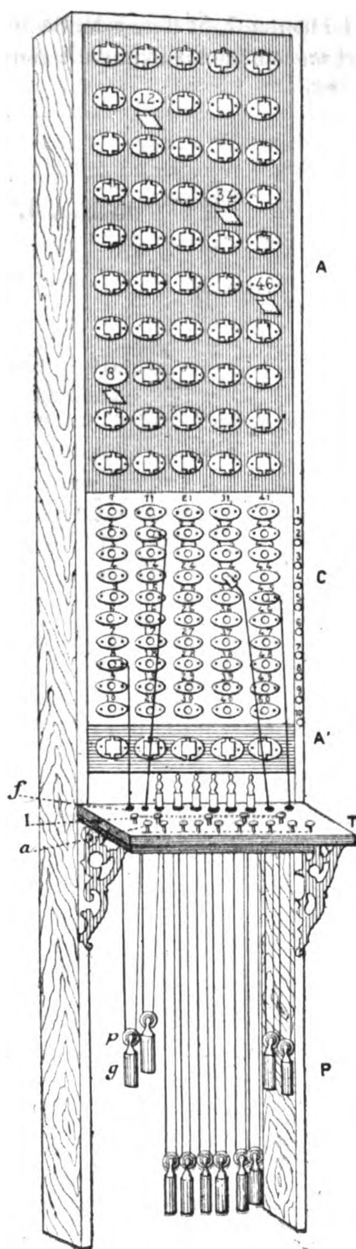


Fig. 1. — Commutateur téléphonique de l'Administration suisse.

Le bouton I dit d'introduction (fig. 4) appuie sur une lame de ressort en communication avec l'avertisseur A' entre la sortie de la pre-

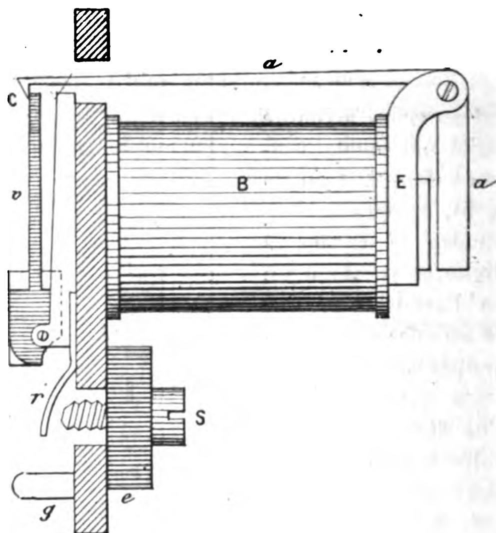


Fig. 2. — Avertisseur.

mière et l'entrée de la 2[e] bobine; quand on appuie dessus, on fait toucher ce ressort contre un butoir *t* relié à un téléphone.

La communication entre la fiche et l'avertisseur A' n'est pas directe ; la fiche *f* est reliée au ressort du bouton *a* et la fiche correspondante *f'*

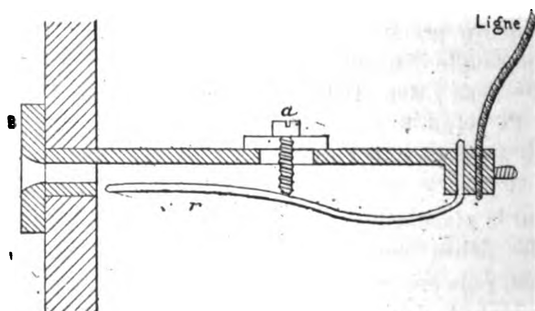


Fig. 3. — Bloc du commutateur téléphonique suisse.

au ressort du bouton *a'*. Ces ressorts au repos prennent par les butoirs *b*, *b'*, leurs communications avec les deux bornes de A'. Si l'on

Digitized by Google

appuie sur le bouton *a*, on presse le ressort contre le butoir *p* réuni à l'appel magnétique.

Ainsi donc, quand on a mis la fiche *f* dans le trou 8, on a amené la ligne 8 au ressort *a*, qui au repos la relie à la bobine 1 de l'avertisseur A′ et au ressort 1. Pour signaler sa présence, le bureau central appuie sur le bouton *a* en même temps qu'il tourne la manivelle de l'appel magnétique M : les courants vont par *p*, *a*, *f*, 8*r* sur la ligne 8. Puis il abandonne le bouton *a* et appuie sur le bouton I : la ligne est reliée au téléphone par *r*8, *f*, *a*, *b*, A′1, I, tél. Il dit : Voilà ! — L'abonné indique à qui il veut parler, à 12, par exemple. — Alors l'employé, tout en laissant la fiche *f* dans le trou 8, met la fiche *f′* dans le trou 12 demandé. Il appuie sur le bouton *a′* en tournant la manivelle : les courants vont en partie sur la ligne 8, et en partie sur la ligne 12 par le chemin *p′*, *a′*, *f′*, 12*r′*. Puis il quitte le bouton *a′* et presse sur I en écoutant si 12 répond : le téléphone est relié comme précédemment avec la ligne 8, et avec la ligne 12 par les communications symétriques *t*, I, A′2, *b′*, *a′*, *f′*, 12*r′*. En même temps 8 est relié à 12 par *r*8, *f*, *a*, *b*, A′1 et 2, *b′*, *a′*, *f′*, *r′*12. Si 12 répond, 8 l'interpelle immédiatement ; le central se retire du circuit en abandonnant le bouton I.

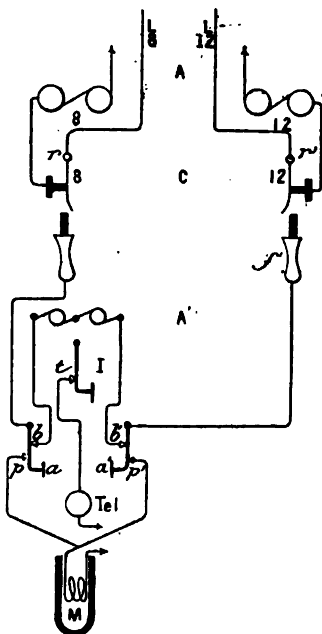


Fig. 4. — Diagramme des connexions établies entre deux abonnés par le commutateur téléphonique suisse.

Si l'employé est très occupé, il peut à la rigueur relier 12 à 8 sans l'appeler, laissant ce soin à l'abonné 8 ; il pourra rentrer un instant après sans couper, en appuyant simplement sur I, pour voir s'ils sont en conversation.

En résumé, au lieu de faire avec chacun successivement les opérations d'appel et de réponse, on reste en communication avec le premier abonné en appelant le second ; dès l'instant où on appelle le second, il est relié d'une façon définitive au premier ; la troisième manœuvre à faire dans les autres systèmes, qui consiste à réunir par une corde souple, les deux abonnés qui s'attendent, est supprimée.

La longueur des cordons permet de réunir un abonné d'un tableau

Digitized by Google

à un autre du tableau voisin, et même du tableau d'après. Pour aller plus loin, on a établi sur le bord de chaque tableau 10 blocs de renvois reliés entre eux, les premiers de tous les tableaux ensemble, les seconds ensemble, etc. Ainsi, pour relier 8 à 430, on met la fiche f' dans le trou de renvoi 1 s'il est libre, et au 9e tableau, on réunit par une corde volante le trou 1 au trou 430. On économise ainsi une paire de fiches de la planchette du 9e tableau, et il n'y a qu'un avertisseur A' dans le circuit, celui du tableau 1.

Les abonnés sont munis de postes Blake, Berliner ou Crossley.

La maison Zellweger exposait avec ce poste central des boîtes de paratonnerres faisant partie des installations de bureaux centraux. Ce sont 25 lames striées (reliées à autant de lignes), posées sur des lames d'ébonite à une petite distance d'une grande plaque striée en sens contraire et en communication avec la terre. Cette disposition est très simple et tient peu de place.

IV. — Commutateur automatique de Cedergren et Ericsson

Ce commutateur était exposé par la maison Ericsson et Compagnie de Stockholm.

Il se compose d'un appareil de transmission qu'on installe au bureau central, et d'un appareil de réception qu'on place au point de bifurcation des 5 lignes qu'il est destiné à desservir.

Son but est de permettre la correspondance entre un poste central et 5 abonnés ou postes téléphoniques quelconques, tout en n'ayant qu'un seul fil sur la plus grande partie du parcours. Ainsi le service téléphonique de Paris ayant 5 demandes d'abonnement de Meudon, je suppose, ferait poser un fil du bureau central à Meudon. A l'extrémité de ce fil on placerait l'appareil récepteur qui, abandonné à lui-même, sous globe, chez l'un des abonnés si l'on veut, fonctionnerait comme commutateur et relierait différemment les postes, suivant le signal reçu.

Tous les systèmes de ce genre possèdent un déclenchement analogue à celui du télégraphe à cadran, pour faire tourner un frotteur sur les divisions d'un commutateur.

Il faut non seulement relier un poste au bureau central, mais isoler les autres pour les empêcher de rentrer dans le circuit et troubler la conversation ou l'entendre. De plus, il faut que le commutateur relie entre eux, à volonté, les 5 abonnés, deux à deux.

Le manipulateur à cadran et le récepteur devront donc avoir 5 positions pour les relations du bureau central avec les 5 abonnés; puis 10 pour les liaisons deux à deux de ces abonnés, d'après la formule

Digitized by Google

connue $\frac{m(m-1)}{1 \quad 2}$; enfin une position de repos dans laquelle les 5 postes sont reliés à la ligne principale. Total : 16 divisions.

S'il y avait 10 abonnés il faudrait $1 + \left(\frac{10 \times 9}{2}\right) + 10 = 56$ divisions.

Pour 15 abonnés il en faudrait $1 + \left(\frac{15 \times 14}{2}\right) + 15 = 121$ divisions.

Tel qu'il était exposé, ce système fonctionne de la façon suivante :

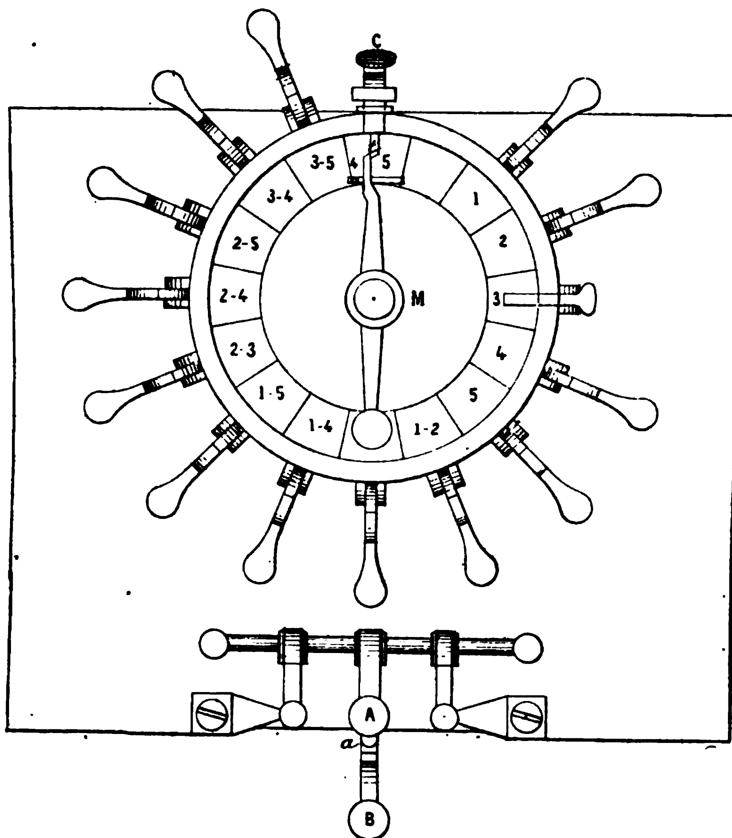


Fig. 5. — Commutateur automatique de Cedergren et Ericsson. — Manipulateur.

Le manipulateur envoie un courant positif à chaque division, qui fait avancer le récepteur de la même quantité au moyen d'un électro-aimant. Un deuxième électro-aimant fonctionnant sous l'action d'un

courant négatif ramène le récepteur à la position de repos quand le bureau central appuie sur une clé de rappel.

Afin que les émissions soient toujours de même longueur, le transmetteur tourne sous l'action d'un ressort.

Supposons que la manivelle M (fig. 5) soit arrivée à la division 15 qui est la dernière, elle est arrêtée par la languette *l* qui l'empêche d'aller plus loin.

Si on veut mettre le commutateur récepteur sur 3, par exemple, il faut :

1° Appuyer sur le bouton A qui, envoyant du négatif, rappelle le récepteur au repos ;

2° Faire revenir la manivelle en arrière jusqu'à ce que son biseau *b* vienne s'arrêter contre le taquet *t*, et à droite de la languette *l*;

3° Soulever le crochet 3 qui arrêtera la manivelle au passage ;

4° Appuyer sur le bouton B qui établit la communication de la pile + et en même temps dégage le taquet *t* par un levier qui passe en-dessous de la boîte.

La manivelle tourne lentement jusqu'à ce qu'elle s'arrête contre le crochet 3. En la tournant à l'envers, nous avons tendu le ressort de barillet qui est enroulé sur son axe, de sorte que lorsqu'elle a été amenée à la position de repos, elle est remontée pour un tour complet.

Les émissions ont lieu sur la ligne, pourvu qu'on maintienne le bouton B abaissé pendant la rotation.

Le récepteur est constitué par un relais galvanométrique (fig. 6) dont l'aiguille est orientée par un aimant-directeur. Elle se déplace à gauche ou à droite sous l'action des courants + ou — ; deux butoirs limitent ses mouvements en même temps qu'ils ferment avec elle le circuit d'une pile locale à travers l'un ou l'autre de deux électro-aimants droits que j'appellerai électro-enclencheur et électro-déclencheur; un balai amortisseur rend l'aiguille paresseuse.

Les émissions +, agissant sur l'électro-enclencheur, font avancer l'aiguille A, qui parcourt un cadran reproduisant les divisions du transmetteur. En arrière un système de cliquets et de roues dentées, et un disque commutateur divisé. J'imagine ses divisions disposées comme dans la figure 7 : un ressort ou un balai parcourant la circonférence de ce disque passe sur 16 divisions différentes ; il est relié à la ligne principale. La 1re division est celle de repos; il s'y trouve 5 blocs en communication avec les 5 fils dérivés ; quand le frotteur est dessus, il s'en suit que les 5 fils sont réunis à la ligne. La 2e division présente un bloc relié à la ligne 1, c'est la position qu'occupe le commutateur quand le bureau central cause à l'abonné 1. Plus loin, la 7e division

Digitized by Google

a deux blocs reliés à la 1re et à la 2e ligne, c'est la position du commutateur lorsque 1 et 2 sont abouchés, etc.

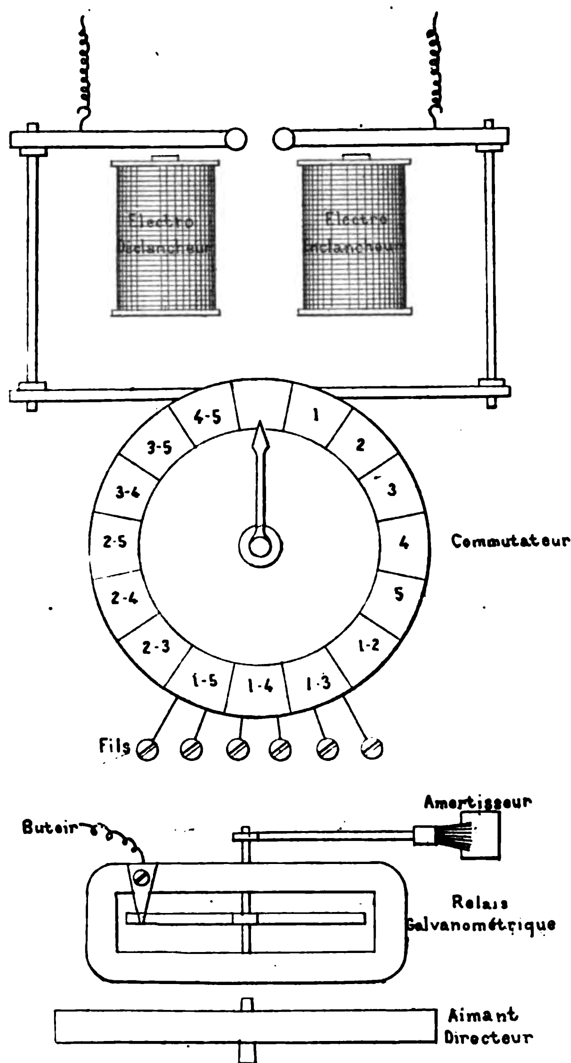


Fig. 6. — Commutateur automatique de Cedergren et Ericsson. — Récepteur.

Dans tous les cas, le central peut entendre la conversation ; il est toujours en dérivation.

Quand 2 veut parler à 5, par exemple, il appelle le central, et il lui

Digitized by Google

soumet sa demande. Celui-ci, après avoir rappelé le commutateur au repos et remonté sa manivelle, soulève le crochet 2-5 du cadran et dégage en appuyant sur B jusqu'à ce que 5 réponde à 2, ce qu'il entend dans son poste téléphonique.

Lorsque la conversation est finie, le central rappelle tout le système au repos en appuyant sur la clef A.

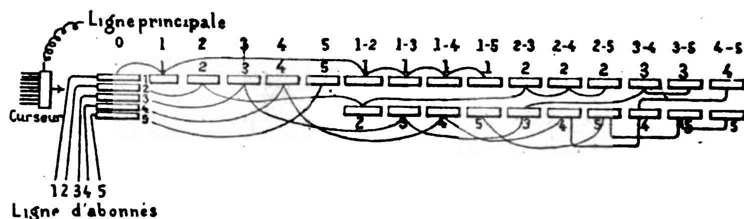


Fig. 7. — Développement du disque divisé du récepteur. — Commutateur automatique de Cedergren et Ericsson.

On voit que la question très importante de la réduction du nombre des fils téléphoniques n'est pas encore résolue par ce moyen. Il faudrait trouver un système plus simple qu'on puisse généraliser. Un fil pour cinq abonnés serait presque toujours suffisant, et l'on l'arriverait à ralentir le développement des nappes de fils qui tapissent les rues et les égouts des grandes villes. B.

NOUVELLE

APPLICATION DE LA LAMPE A INCANDESCENCE

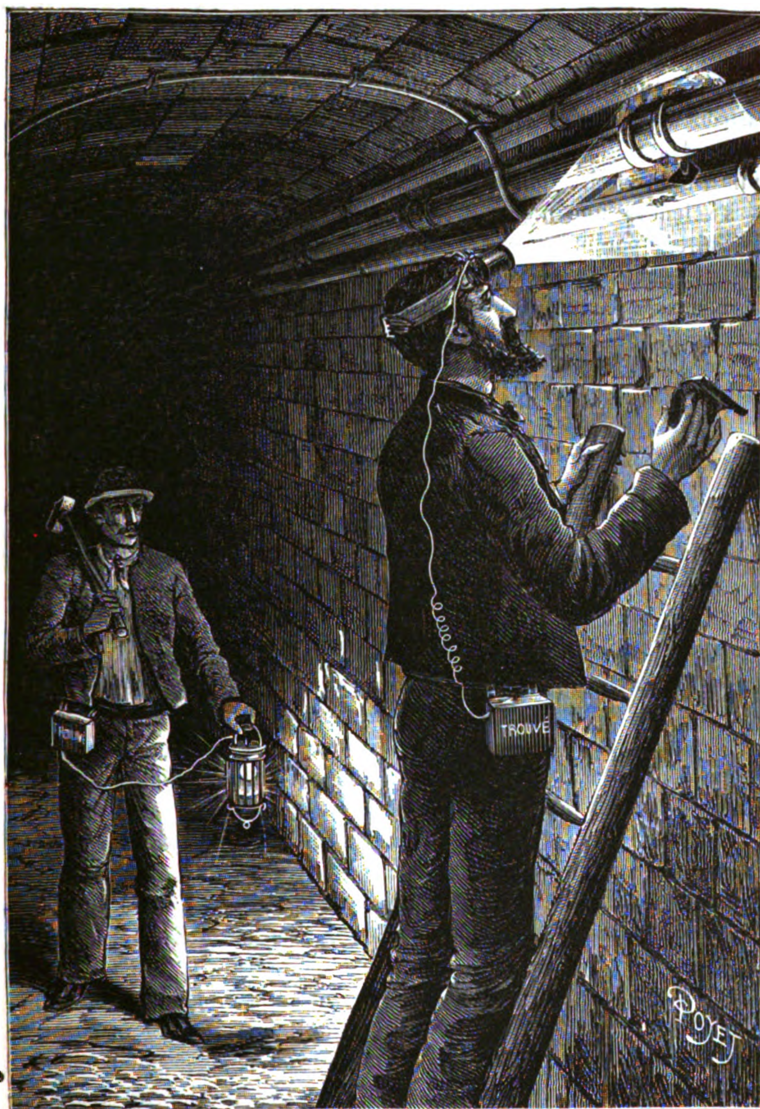
La catastrophe de la rue Saint-Denis est venue donner tristement une nouvelle actualité aux lampes à incandescence de petit modèle alimentées par des piles ou des accumulateurs, et destinées à l'éclairage de tous les endroits où il serait dangereux ou même impossible de pénétrer avec une lumière à feu nu. La figure ci-contre montre l'application du photophore de MM. Hélot et Trouvé, à la recherche d'une fuite de gaz; la pile, une pile au bichromate de petit modèle, est portée en bandouillère et ne gêne en aucune façon les mouvements de l'ouvrier.

Lorsque le travail doit durer plusieurs heures, on substitue à la pile portative une pile à treuil et au bichromate de plus grand modèle.

MM. Hersent et Couvreux se servent aussi des lampes à incandes-

Digitized by Google

cence pour l'éclairage des caissons à air comprimé, M. le lieutenant



Emploi des lampes à incandescence pour la recherche des fuites de gaz et l'éclairage des endroits dangereux.

de vaisseau Perrin les emploie sur les navires de guerre de l'Etat,

Digitized by Google

pour relever la nuit la position du navire, MM. Kœchlin, Durand et Huguenin les utilisent pour la préparation des produits tinctoriaux dans lesquels on fait usage de produits très volatils et très inflammables : éther, benzine, sulfure de carbone, etc.

Les lampes à incandescence rendent aussi de grands services en astronomie. On s'en sert, à l'Observatoire de Paris, pour relever, la nuit, les indications des instruments : barographes, thermographes, etc., et M. Wolff a présenté à la dernière séance de l'Académie des sciences une note de M. Towne, dans laquelle l'application de l'éclairage par incandescence aux instruments eux-mêmes est décrite en ces termes :

« Je suis parvenu à appliquer avec succès la lampe électrique à incandescence à l'éclairage des fils du réticule de mon cercle méridien et de mon équatorial, ainsi qu'à la lecture des verniers de ces lunettes. Deux lampes me suffisent pour mon observatoire.

« Pour mon équatorial une lampe est à demeure fixe ; elle consiste, ainsi qu'on le sait, en un petit globe en verre, de la grosseur d'une noix, dans lequel se trouve un filament de charbon. Cette lampe est disposée dans un tube en cuivre de $0^m,08$ de longueur sur $0^m,04$ environ de diamètre. A l'orifice du tube qui fait face à la lunette est sertie une glace qui empêche la chaleur de pénétrer dans la lunette ; à l'autre extrémité est fixé un bouchon en cuivre sur lequel s'ajustent à frottement doux les deux conducteurs souples qui amènent le courant. Ce tube, qui contient tout le système, est vissé sur la lunette équatoriale, en face d'un diaphragme mobile réfléchissant, formant couronne. Ce diaphragme est monté sur pivot et permet, au moyen d'un bouton placé à l'extérieur de la lunette, de régler la lumière jusqu'à obscurcissement complet du champ.

« L'autre lampe, placée dans une petite lanterne spéciale (système Bardoux), me sert alternativement à l'éclairage des fils du cercle méridien et à la lecture des verniers de ces lunettes. Les fils conducteurs sont placés à une certaine hauteur, et disposés de façon à ne pas gêner mes mouvements pendant les observations.

« Un commutateur permet d'éclairer instantanément l'une ou l'autre de ces lampes. J'obtiens le réglage de la lumière par la variation de l'intensité du courant, en immergeant plus ou moins profondément les éléments de la pile Trouvé (4 éléments me suffisent), tout en conservant le réglage par le diaphragme réfléchissant.

« Grâce à ce système d'éclairage, qui permet l'occlusion complète de la lampe, et à la disposition particulière de la lanterne, je puis intercepter tout rayon lumineux, ce qui est inappréciable dans les observations astronomiques. »

Digitized by Google

L'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE AU CAP HORN

Voici comment M. *Lephay*, lieutenant de vaisseau, résume devant l'*Académie des sciences*, ses observations faites au cap Horn, sur les variations du potentiel électrique de l'atmosphère relativement aux divers phénomènes météorologiques :

L'instrument dont je me servais était l'électromètre Thomson, modifié par M. Mascart. Les moindres variations électriques s'observaient directement au moyen d'une puissante lunette, sur le réticule de laquelle venaient passer les divisions d'une échelle vue par réflexion dans le miroir de l'aiguille en platine. L'électricité de l'atmosphère était recueillie par un mince filet d'eau s'écoulant à l'extrémité d'un long tube en laiton, à 3 mètres au-dessus du sol et dans un endroit bien dégagé, à 24 mètres d'altitude au-dessus du niveau de la mer.

Dans le même bâtiment, à côté de l'appareil à lecture directe, se trouvait un second électromètre à enregistrement photographique, destiné plus particulièrement à fournir la tension moyenne de chaque mois ou de chaque saison.

La source électrique était commune aux deux instruments, dont les indications sont ainsi absolument comparables entre elles. La valeur, en éléments Volta, des divisions de l'échelle, ou bien celle des ordonnées de la courbe de l'enregistreur, étaient déterminées chaque quinzaine au moyen d'une petite pile de charge.

Assez heureux pour posséder, à ses débuts, un appareil aussi sensible que l'électromètre définitivement modifié par M. Mascart, j'ai été naturellement conduit à en étudier les indications, chaque fois que mes autres observations me l'ont permis. Alors, seul ou assisté d'un matelot timonier, je pouvais suivre dans la lunette les variations électriques de l'atmosphère, en même temps que moi-même ou mon aide notions les divers phénomènes extérieurs, tels que la pluie, la neige, le passage des nuages...

Une longue série d'expériences a permis à M. Lephay de tirer, pour la baie Orange, les conclusions suivantes :

1° La tension normale de l'électricité atmosphérique est positive et comprise entre + 50 volts et + 70 volts environ. Elle atteint sa valeur la plus considérable par ciel découvert et par temps de gelée ; une fois cependant, le 17 avril, malgré une assez forte gelée et un ciel bien dégagé, la tension resta négative toute la nuit, avec une valeur égale à cinq ou six fois celle de la tension positive normale. Au lever du soleil, la tension passa au positif.

Digitized by Google

2° Les maxima et les minima diurnes de la tension, déjà reconnus pour d'autres contrées, ne sont apparents, au cap Horn, que par de belles journées, pour lesquelles le ciel est bleu et bien dégagé.

3° Chaque fois que le ciel vient à se couvrir, après une belle journée, la tension normale varie en même temps, dans un sens ou dans l'autre. L'effet inverse se produit quand le ciel se dégage.

4° Les nuages influencent très diversement l'aiguille de l'électromètre, suivant la forme de l'eau qu'ils vont jeter sur le sol, et même suivant la situation du gros de leur masse nuageuse par rapport au zénith de l'observatoire.

Pour les cumuli, j'ai constaté une influence positive ; des cirrho-cumuli très élevés ont fait monter la tension positive jusqu'à + 400 volts à leur passage au-dessus de l'électromètre (9 février). Je n'ai pu remarquer aucune trace d'influence des cirrho-strati sur l'appareil.

La brume ou la pluie très fine correspondent à une tension positive, souvent très forte (15 février, 19 avril).

5° Avec la grêle, j'ai toujours observé des tensions négatives extrêmement fortes, et presque chaque fois j'ai vu jaillir des étincelles à la partie supérieure de l'instrument.

6° La neige donne de la tension positive ; la valeur de la tension paraît devoir être d'autant plus forte que les flocons neigeux sont eux-mêmes plus considérables et plus pressés.

7° La pluie, sauf trois ou quatre exceptions, a toujours été négative. En général, ces exceptions se sont présentées quand la pluie était très froide et qu'elle suivait ou précédait de la neige (9 mai), ou bien encore lorsque le gros du grain passait dans le sud de l'observatoire (17 mars).

8° La chute de la poussière de neige et de petits cristaux de glace (8 mai) a coïncidé avec une tension positive considérable et des étincelles à l'instrument.

9° J'ai noté deux dégels avec tension positive contre un dégel négatif ; dans la dernière observation, la pluie tombait en grosses gouttes, tandis que, dans les deux premières, l'air était embrumé et la pluie extrêmement fine.

10° Avant les coups de vent, en général, douze ou quinze heures avant les premières rafales, il m'a semblé reconnaître que la tension positive normale augmentait souvent d'un tiers (13, 15, 16 et 23 novembre, 18 décembre, 27 janvier, 17 février).

Les deux fois où j'ai noté des coups de tonnerre lointains (17 novembre et 17 février), la tension positive avait prévenu le phénomène six ou sept heures à l'avance par son augmentation constante.

Digitized by Google

11° Il est absolument impossible de dire, pendant les coups de vent, si telle ou telle tension domine, ou si, d'une manière générale, les manifestations électriques sont plus intenses qu'à d'autres instants. Les grains qui passent à tout moment masquent totalement l'influence générale de l'atmosphère par leurs effets particuliers[1].

12° Les vents de nord-ouest ou nord-est, secs et chauds, qui donnent lieu à une évaporation très active, diminuent la tension positive normale ou augmentent la tension négative. Au contraire, les vents froids de ouest-sud-ouest au sud-sud-ouest paraissent augmenter la tension positive.

Enfin, les manifestations électriques les plus intenses se sont présentées toujours avec des vents humides de la partie de l'horizon comprise entre l'ouest-nord-ouest et l'ouest-sud-ouest.

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 25 février 1884.

M. Edmond Becquerel donne lecture d'une *Notice sur les travaux de M. Théodose du Moncel.*

M. Lephay, lieutenant de vaisseau, envoie un *Résumé des notes prises au cap Horn sur l'électricité atmosphérique* (voy. page 327).

MM. Mendelssohn. — *Sur la réaction électrique des nerfs sensitifs de la peau chez les ataxiques.*

MM. Moncorvo et Silva Aranjo. — *Du traitement de l'éléphantiasis des Arabes par l'électricité.*

Séance du 3 mars 1884.

Nouvelles expériences d'imitation des anneaux électrochimiques, par les courants d'eau continus. — Mémoire de M. C. Decharme (extrait). (Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

Dans une note précédente[1], j'ai indiqué un moyen d'imiter les

[1] *Compt. rend.*, 13 mars 1882, p. 722.

Digitized by Google

anneaux de Nobili, par la chute de petites colonnes d'eau sur une plaque de verre recouverte d'une mince couche de minium en suspension.

Dans les expériences qui font l'objet du Mémoire actuel, j'ai fait usage d'un *courant d'eau continu*, qui sort d'un tube cylindrique ou convergent (2 millimètres à 5 millimètres de diamètre, à l'orifice) et qui tombe verticalement sur une plaque de verre noir, horizontale, mouillée dans toute son étendue. Le tube porte-courant est fixé à une hauteur variable, mais toujours telle que, à la distance où le liquide rencontre la plaque, la veine fluide ne présente encore aucune solution de continuité, condition essentielle. Aussi le jet tombe-t-il sans bruit, en produisant autour du point de chute des *anneaux liquides parfaitement fixes* (phénomène dû au mouvement vibratoire longitudinal du jet, au frottement de l'eau contre le verre et au régime d'écoulement régulier du liquide).

Ces ondes concentriques, dont le diamètre et le nombre varient avec les conditions expérimentales, sont espacées à la façon des anneaux électrochimiques, qu'elles imitent mieux encore que les figures produites par la chute de colonne d'eau, en ce qu'elles montrent le phénomène à l'état dynamique.

Pour imiter, par les courants d'eau continus, les anneaux électrochimiques multiples, j'emploie un cylindre creux, sorte de tambour métallique, dont la face inférieure est traversée par 2, 3, 4... tubes parallèles, tandis que la face supérieure porte un seul tube large par lequel arrive le liquide. Si, par ce moyen, on dirige sur la plaque de verre deux ou plusieurs jets continus, dont les *champs hydrodynamiques* empiètent les uns sur les autres, alors les ondes (qui n'interfèrent pas en cette circonstance) se compriment mutuellement, se resserrent du côté des jets, en produisant des déformations diverses, tout à fait semblables à celles des anneaux électrochimiques dans les conditions correspondantes.

Ce procédé s'applique aussi à l'imitation des anneaux bipolaires et aux diverses figures équipotentielles d'écoulement électrique, signalées par M. Guébhard. En effet, bien que l'action chimique et la coloration diffèrent essentiellement aux deux pôles, la forme de ces figures ne change pas lorsqu'on intervertit le sens du courant électrique; ce qui prouve que le mode d'écoulement est le même aux deux pôles. Si cependant on veut obtenir, par voie hydraulique, deux effets mécaniques opposés, correspondant aux effets de polarité, on emploie simultanément le *jet direct* et l'*aspiration* énergique du liquide (par un siphon de 7 mètres de longueur). On obtient ainsi des anneaux liquides, les uns *en relief*, les autres *en creux*.

Digitized by Google

Mon Mémoire est accompagné de photographies représentant les anneaux simples et multiples.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 7 mars 1884.

M. le Secrétaire général donne communication d'une Note de M. Bandsept, ingénieur à Bruxelles, ayant pour titre : *Sur la formation et la capacité d'emmagasinement des accumulateurs.*

Communication de M. Lippmann. — On avait constaté anciennement qu'il se développe une forme électromotrice entre une lame de zinc pur et une lame de zinc amalgamé plongeant l'une et l'autre dans une dissolution de sulfate de zinc. Le courant va dans le liquide du zinc amalgamé au zinc pur, entraînant ainsi du zinc hors de l'amalgame. M. Jules Regnauld avait interprété ce phénomène en observant que l'amalgamation du zinc produit une absorption de chaleur et que l'énergie du courant peut être due à la transformation de cette chaleur rendue disponible par la décomposition progressive de l'amalgame; mais M. Robb a constaté depuis lors que, si l'on emploie du sulfate de zinc parfaitement neutre, le courant ne se produit pas.

M. Lippmann fait observer que ce résultat pouvait être prévu par l'application du principe de Carnot. On sait que, d'après ce principe, un système qui parcourt un cycle fermé ne peut transformer de la chaleur en travail, à moins qu'il ne se produise en même temps la chute d'une certaine quantité de chaleur d'une température à une autre température plus basse. Dans l'expérience précédente on fermerait évidemment le cycle en remettant constamment dans l'amalgame le zinc qui en est sorti, ce qui pourrait être exécuté sans dépense appréciable de travail. Il en résulterait donc que l'amalgame emprunterait en se formant de la chaleur au milieu ambiant et que le courant transformerait cette chaleur en travail sans qu'il y eût chute correspondante de chaleur, ce qui ne peut avoir lieu.

M. Robb a, au contraire, observé que le cadmium donne lieu, dans des conditions analogues, à un courant qui va du cadmium pur au cadmium amalgamé à travers le liquide, entraînant ainsi du cadmium qui va se combiner avec le mercure. Ce dernier fait n'est pas contraire au principe de Carnot, parce que l'amalgame de cadmium se forme avec dégagement de chaleur. Il ne se décompose pas spontanément; le cycle parcouru n'est donc pas fermé.

Digitized by Google

M. Berthelot fait remarquer que l'amalgamation du zinc est un phénomène complexe, puisqu'il comprend :

1° Une combinaison chimique du zinc et du mercure qui peut être capable de dégager de la chaleur, comme il arrive dans la formation des amalgames de potassium et de sodium, où la chaleur, d'après ses expériences, s'élève à des chiffres considérables;

2° Un phénomène physique de liquéfaction de l'amalgame qui absorbe de la chaleur.

M. Lippmann reconnaît que cette remarque découvre en effet dans le fait étudié une complexité que les premiers observateurs ne paraissent pas avoir mise en lumière. Il ne lui semble pas toutefois qu'elle infirme l'application du principe de Carnot, ce principe devant, à son avis, s'étendre aux phénomènes de toute nature dont le système considéré peut être le siège.

M. Potier objecte que, pour fermer le cycle, il ne suffit pas de remettre en contact avec l'amalgame le zinc qui en est sorti, il faut encore que ce zinc s'y dissolve.

M. Lippmann répond que son raisonnement cesserait en effet d'être légitime si le zinc ne se dissolvait pas spontanément dans le mercure. Mais on admet généralement comme un fait l'existence de cette dissolution spontanée.

BIBLIOGRAPHIE

Die physikalischen Grundsætze der elektrischen Kraftuebertragung, par Joseph Popper. — A. Hartleben, Vienne, Pesth, Leipzig.

Dans cet ouvrage, l'auteur s'est proposé d'étudier dans toute sa généralité la question du transport de l'énergie, au double point de vue de la théorie et de la pratique, en vue de rendre ce problème familier au physicien, à l'électricien comme à l'industriel. Après avoir passé en revue les divers modes de transport d'énergie, M. J. Popper imagine un transport des plus simples au domaine de la mécanique la plus élémentaire, qui ne cesse d'être l'image fidèle du transport électrique. Grâce à cet ingénieux exemple, le lecteur, se sentant sur un terrain connu, a toute liberté d'esprit pour concevoir la nature des divers facteurs ou grandeurs électriques qui entrent dans ce problème délicat et pour saisir d'une façon nette et précise

Digitized by Google

l'influence qu'ils exercent sur le travail utile et le rendement. Quand le lecteur est déjà familiarisé avec la notion généralement si confuse du potentiel, il peut dans le chapitre suivant s'initier aux diverses méthodes de mesure des grandeurs électriques. A la fin de l'ouvrage il trouve d'utiles enseignements sur les relations qui lient l'économie de l'exploitation et de l'installation, à l'intensité, la tension, la distance, etc.... Une application numérique achève de fixer les idées du lecteur, qui, suffisamment préparé, s'il a suivi fidèlement l'auteur, pourra voler de ses propres ailes, calculer au point de vue industriel les avantages qu'il est en droit d'attendre d'un transport de force dans des conditions déterminées, et se créer une opinion personnelle sur l'avenir de cette nouvelle application de l'électricité encore un peu dans l'enfance. T.

Das elektrische Potential oder Grundzuege der Elektrostatik, par A. Serpieri, professeur de physique à l'université d'Urbino et au lycée Raffaello. Traduit de l'italien par le docteur R. von Reichenbach. — A. Hartleben, Vienne, Pesth, Leipzig.

Le professeur Serpieri a eu l'heureuse idée de mettre les théories nouvelles de l'électricité statique à la portée des élèves des classes de mathématiques élémentaires; mais tout le mérite de cet ouvrage ne réside pas dans cette généreuse pensée, il fallait être doué d'un esprit mathématique et méthodique des plus distingués pour surmonter toutes les difficultés que présentait un pareil programme, sans le secours du calcul infinitésimal, dont les Maxwell, les Mascart et les Jamin, qui ont traité le même sujet de main de maître, ont fait un usage constant pour le bonheur d'un public d'élite malheureusement trop restreint. Sans pour cela se départir un seul instant des démonstrations les plus rigoureuses et sans cesser un moment d'être d'une clarté remarquable, ce qui est également tout à l'honneur du traducteur, M. le docteur R. von Reichenbach, partant de la loi de Coulomb, l'auteur établit avec une simplicité surprenante la théorie du potentiel, des surfaces équipotentielles, des lignes de force, de la capacité et de l'induction électro-statiques. Enfin la dernière partie de l'ouvrage est consacrée aux expériences de Riess et de Villari, sur la transformation de l'énergie électrique en chaleur et en étincelles, et à leur discussion à l'aide des théories précédemment développées. T.

Digitized by Google

***Die atmosphærische Electricitæt*, par Luigi Palmieri, traduit de l'italien, par Heinrich Discher. — A. Hartleben, Vienne, Pesth, Leipzig.**

C'est en substance le mémoire présenté à l'Académie royale, en 1882, par M. Luigi Palmieri, sous le titre de : *Leggi ed origine della elettricita atmosferica*, consciencieusement traduit par un électricien compétent, M. Heinrich Discher. Ce mémoire est le résultat de trente-deux années d'observations faites à la station météorologique du Vésuve. L'illustre professeur énonce d'abord les lois de l'électricité atmosphérique, il décrit ensuite les appareils ingénieux et les méthodes d'expérimentation originales qu'il a suivies pour déterminer ces lois et qui lui ont permis d'observer l'état électrique de l'air par un ciel serein, couvert, ou pluvieux, comme pendant l'éruption même. Ce n'est qu'alors que l'auteur recherche l'origine de l'électricité atmosphérique, et il trouve qu'elle est due à l'accumulation de la vapeur d'eau dans l'air, qu'elle s'y présente sous la forme de brouillard, de nuage ou de pluie. T

FAITS DIVERS

L'aluminium et le bronze d'aluminium. — A une séance récente de la Société de physique de Glasgow, M. le professeur Jamieson a fait connaître le résultat de ses recherches sur les qualités électriques de l'aluminium à peu près pur obtenu par le procédé de Webster. A l'analyse, le métal essayé a présenté la composition suivante :

Aluminium	98,39
Fer	1,24
Silice	0,37

Sa densité est 2,786. Sa résistance électrique est 1,96 fois celle du cuivre pur à dimensions égales, c'est-à-dire pour deux fils de même longueur et de même diamètre ; mais à poids égaux, c'est-à-dire pour deux fils d'égale longueur et de même poids, l'aluminium a une résistance un peu inférieure à celle du cuivre pur.

Il en résulte que l'aluminium est le métal qui, à poids égal, présente la résistance la moins grande.

Les recherches de M. Jamieson ont mis en évidence un fait des plus curieux. L'addition au cuivre d'une faible quantité d'aluminium augmente non seulement sa résistance mécanique dans de grandes proportions, mais encore

Digitized by Google

augmente considérablement sa résistance électrique. Les premiers essais ont fourni des échantillons dont la résistance électrique était 25 fois celle du cuivre pur. Le métal ainsi obtenu aurait alors une résistance spécifique deux fois plus grande que celle du maillechort, tout en coûtant moins cher que ce dernier. On pourrait donc l'utiliser à la fabrication de bobines de grande résistance.

L'aluminium pur pourrait d'autre part, eu égard à sa grande légèreté, être utilisé dans la télégraphie militaire, là où la légèreté du bagage joue un rôle important.

—

M. Gaston Planté et la Zeitschrift für Elektrotechnik. — La *Zeitschrift für Elektrotechnik*, organe de l'*Elektrotechnischer Verein in Wien*, dont nous avons maintes fois parlé avec sympathie dans l'*Électricien*, consacre un article des plus flatteurs à M. Gaston Planté. Après avoir retracé l'historique des travaux de notre éminent compatriote, rappelé les hautes récompenses qui lui ont été décernées, et inséré dans le texte son portrait gravé avec art et d'une ressemblance frappante, le rédacteur M. Joseph Kareis s'exprime ainsi :

« Quand on songe aux efforts de nombreux électriciens pour utiliser industriellement l'énergie chimique développée dans les accumulateurs, on a peine à croire que le véritable créateur de ce mouvement ne s'est jamais imposé une pareille tâche. Nous suivons, en effet, actuellement l'exemple des Anglais et des Américains en cherchant immédiatement l'application pratique d'une idée, ce qui n'est pas un mal, à condition d'en reporter le principal mérite aux recherches du savant désintéressé qui en est l'auteur. Car à nos yeux nous estimons et admirons d'une façon toute spéciale celui qui se contente de la satisfaction éprouvée par la découverte d'une vérité scientifique, de la joie d'enrichir la science d'un fait nouveau, laissant à d'autres le soin d'en tirer les conséquences pratiques les plus utiles.

«.....M. Gaston Planté mérite d'autant plus les honneurs que lui ont décernés ses compatriotes, qu'il en diffère essentiellement à un point de vue particulier.

« Il est *cosmopolite* dans le sens le plus louable du mot, il a envoyé ses appareils à toutes les expositions de quelque importance ; on les a vus à Munich et à Vienne où des interprètes intelligents et dévoués se prêtaient, avec une bonne grâce dont nous leur sommes reconnaissants, à vulgariser, à la plus grande gloire de leur maître, parmi toutes les classes des visiteurs curieux d'apprendre, l'intelligence de cette importante manifestation de l'énergie électrique. »

Nous mentionnons tout spécialement ce passage pour nous fournir l'occasion d'assurer à notre sympathique confrère de Vienne que si le *cosmopolitisme* n'est encore que l'exception chez nous, il a une tendance très marquée à devenir la règle générale, et qu'il se développera d'autant plus rapidement qu'on imitera plus souvent à l'étranger l'exemple de la *Zeitschrift für Elektrotechnik* en rendant pleinement justice à nos illustrations. T.

Digitized by Google

Lampes de mineurs et fusils de chasse électriques. — Les visiteurs de l'Exposition de Vienne se pressaient autour des applications suivantes de l'électricité qui avaient le don d'exciter vivement leur curiosité.

C'était d'abord une lampe de mineur, ressemblant extérieurement au type le plus simple. Son avantage réside en ce qu'on ne saurait ouvrir la lampe sans l'éteindre, ni l'allumer sans qu'elle soit préalablement fermée. On sait, en effet, que la plupart des explosions de grisou sont dues à l'imprudence des mineurs ouvrant leurs lampes pour les rallumer.

Le récipient d'huile est traversé par une tige métallique isolée du corps de la lampe, et munie à son extrémité supérieure de deux appendices, l'un isolé, l'autre en communication avec le corps de la lampe. Un fil de platine en spirale est fixé à ces deux appendices. Une seconde tige, assujettie au porte-mèche est en communication avec la lampe et l'appendice isolé sus-mentionné. Pour allumer la lampe on met l'un des pôles d'un accumulateur de poche en communication avec la lampe, l'autre avec la seconde tige. En ramenant cette dernière, au moyen d'une vis de rappel, au contact de l'appendice isolé, la spirale de platine devient incandescente et la mèche placée immédiatement au-dessous l'allume.

Le fusil électrique est une invention plus curieuse encore. Pour s'en servir il faut être muni d'un accumulateur de poche et d'une communication métallique établie par une ganse conductrice cousue sur le pardessus du chasseur, comme sur son gant droit. Une tige métallique intérieure, traversant la crosse dans le plan de symétrie du fusil, établit la communication entre la garniture de la crosse et l'aiguille, qui doit enflammer la cartouche en traversant une rondelle de caoutchouc, quand on presse sur la détente. A ce moment l'aiguille est en contact avec une spirale de platine qui sépare la cartouche de l'obturateur en caoutchouc, et l'incandescence se produit.

Le courant suit le circuit suivant : il part du pôle de l'accumulateur, traverse la couture métallique du gant, le canon, la garniture de cuivre de la cartouche, le fil de platine, le centre de la rondelle de caoutchouc, l'aiguille, la tige contenue dans la crosse, la garniture de cette dernière et revient par la ganse du pardessus à l'autre pôle de l'accumulateur. Cette ingénieuse disposition offre les avantages suivants : Inflammation intégrale et instantanée de la poudre, sûreté complète, vu que la poudre ne peut s'enflammer que lorsque le chasseur tient le fusil en joue et presse sur la détente. Le poids de l'accumulateur ne dépasse pas 150 grammes, et il peut se charger très rapidement au moyen de quelques éléments de pile.

(D'après la *Zeitschrift für Elektrotechnik.*)

Le propriétaire gérant,
G. MASSON.

9889 — Paris, Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus.

Digitized by Google

ÉTUDE GÉOMÉTRIQUE ET MÉCANIQUE

DES ÉQUIPAGES GALVANOMÉTRIQUES

(4e article)[1]

Nous sommes maintenant en mesure de déterminer les conditions d'équilibre d'un équipage soumis à l'action de la terre et d'un aimant auxiliaire. Il faut préalablement effectuer les opérations suivantes :

Mesurer à l'aide d'un magnétomètre, à graduations quelconques d'ailleurs, les valeurs relatives des moments magnétiques μ et μ' des systèmes d'aiguilles (supérieur et inférieur) de l'équipage. On obtient ainsi des nombres proportionnels à μ, μ' et $d\mu = \mu - \mu'$, par suite les valeurs exactes des rapports $\frac{\mu}{d\mu}$, $\frac{\mu'}{d\mu}$.

La détermination du rapport $\frac{F}{H}$ de l'intensité de la force déviatrice due aux pôles de l'aimant auxiliaire placé à une hauteur h, à l'intensité magnétique terrestre, s'obtient en disposant l'aimant à cette hauteur au-dessus de l'aiguille d'une boussole et en évaluant l'angle d'écart maximum Θ (voy. 2e article, page 199); on a alors :

$$\frac{F}{H} = \sin \Theta.$$

Le tableau 1 de la page 197 permet de calculer quelle sera la valeur du rapport $\frac{F'}{H}$ à une hauteur différente h'; car en prenant dans le tableau les valeurs de f et de f' correspondant aux valeurs de $\frac{h}{L}$ et de $\frac{h'}{L}$ (L étant la demi-distance des pôles de l'aimant), on aura :

$$\frac{\left(\frac{F}{H}\right)}{f} = \frac{\left(\frac{F'}{H}\right)}{f'}$$

[1] Voy. l'*Électricien*, tome VII, nos 66, 70 et 71.

Digitized by Google

Il ne reste plus maintenant qu'à représenter graphiquement ces données. L'intensité magnétique terrestre H n'a pas besoin d'être évaluée en mesures absolues; d'ailleurs, il est seulement intéressant d'étudier dans quel rapport varie la force directrice de l'équipage et quelle est son orientation. Il suffit donc de tracer la figure à une échelle quelconque et pour simplifier, de prendre, comme base, une longueur OP égale à l'unité. Cette base représente l'expression $Hd\mu$, c'est-à-dire la force directrice de l'équipage, sous la seule action du champ magnétique terrestre, sans l'aimant auxiliaire. D'ailleurs, cette ligne OP représente aussi comme direction celle que prend naturellement l'aiguille supérieure de l'équipage, et qui fait, avec le méridien magnétique, un angle α tel que :

$$\text{Tang}\,\alpha = \frac{\mu}{d\mu}\,\varepsilon \qquad \text{(1}^{\text{er}}\text{ article, p. 8)}$$

$\frac{d\mu}{\mu}$ étant le *coefficient d'astaticité* de l'équipage et ε l'angle des axes magnétiques des aiguilles supérieure et inférieure.

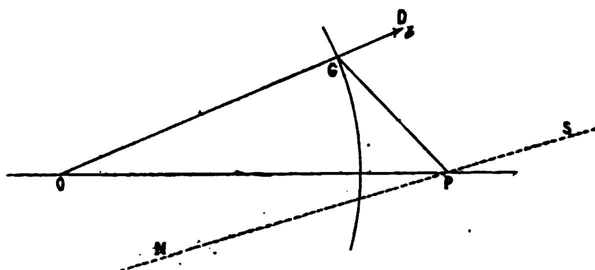


Fig. 14 *bis.*

Supposons maintenant que la longueur de l'équipage, c'est-à-dire la distance verticale des deux parties de l'équipage, soit égale à d; que l'aimant soit placé à une hauteur h au-dessus de l'aiguille supérieure. Sa distance à l'aiguille inférieure sera alors $h' = h + d$. Les actions exercées par l'aimant auxiliaire sur les deux aiguilles seront F et F', correspondant aux valeurs h et $h' = h + d$.

On devra prendre pour rayon du cercle relatif à cette position

Digitized by Google

en hauteur de l'aimant auxiliaire, et à l'échelle de la figure :

$$\nu = \frac{F}{H} \times \frac{\mu}{d\mu} - \frac{F'}{H} \times \frac{\mu'}{d\mu}$$

quantités que nous venons d'évaluer isolément.

Si l'on trace la direction OD_b de l'aimant (le pôle boréal du côté de D_b) qui coupe la circonférence en G; la ligne PG représente la direction de l'aiguille, et la longueur PG la nouvelle force directrice R.

$$\frac{R}{Hd\mu} = \frac{PG}{OP} = \frac{\sigma}{\Sigma}$$

σ et Σ étant les valeurs de la sensibilité avant et après l'addition de l'aimant.

Exemple numérique. — L'équipage a une longueur $d = 75^{mm}$; les moments μ et μ' et des systèmes supérieur et inférieur relevés avec un magnétomètre ont été trouvés proportionnels à 85 et 83,5, d'où :

$$\frac{\mu}{d\mu} = 56,8 \qquad \frac{\mu'}{d\mu} = 55,6.$$

Le coefficient d'astaticité est alors $\frac{1,5}{85} = 0,017$; l'équipage abandonné à lui-même, sans aimant dans le voisinage, s'oriente de telle façon que son aiguille supérieure fait un angle de 10 degrés avec le méridien magnétique.

$$\alpha = 10° \qquad \text{Tang}\ \alpha = 0,176 \qquad \varepsilon = \frac{0,176}{56,8} = 0,0031.$$

L'écart angulaire des deux aiguilles atteint à peine un sixième de degré. D'autre part, une observation directe à l'aide d'une petite aiguille aimantée, placée à une distance de 10 centimètres au-dessous du centre de l'aimant auxiliaire, dont la distance des pôles est de 20 centimètres, a donné lieu à un écart maximum de 34°30′.

On a donc :

$$\Theta = 34°30' \qquad \sin\Theta = 0,565 = \frac{F}{H}$$

pour une valeur de $\frac{h}{L} = 1$, le tableau donnant alors $f = A \times 0,352$.

Digitized by Google

On peut en déduire pour diverses positions de l'aimant auxiliaire les valeurs de $r = \frac{F}{H}\frac{\mu}{d\mu} - \frac{F'}{H}\frac{\mu'}{d\mu}$, en formant le tableau suivant :

h.	$\frac{h}{L}$.	$\frac{F}{H}$.	$h' = h + d$.	$\frac{h'}{L}$.	$\frac{F'}{H}$.	$\frac{F}{H} \times \frac{\mu}{d\mu}$.	$\frac{F'}{H} \times \frac{\mu'}{d\mu}$.	r.
mm.			mm.					
400	4,0	0,014	475	4,75	0,008	1,27	0,72	0,56
350	3,5	0,021	425	4,25	0,012	1,89	1,06	0,83
300	3,0	0,032	375	3,75	0,017	2,88	1,51	1,37
250	2,5	0,051	325	3,25	0,025	4,72	2,21	2,51
200	2,0	0,089	275	2,75	0,040	8,00	3,55	4,45
150	1,5	0,168	225	2,25	0,067	15,20	5,96	9,24

L'expression $\frac{F'\mu'}{Hd\mu}\varepsilon$, qui représente le rayon de la petite circonférence qu'il faudrait théoriquement substituer au point P, atteint sa plus grande valeur lorsque l'aimant est le plus bas possible.

$$\frac{F'\mu'}{Hd\mu} \times \varepsilon = 9,24 \times 0,0031 = 0,028.$$

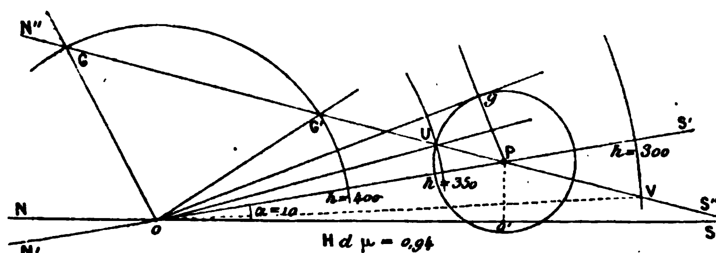


Fig. 15.

Sur la figure 15 on a seulement tracé les cercles relatifs aux valeurs $h = 400^{mm}$, 350^{mm} et 300^{mm} (fig. 15).

Si l'on se donne *à priori* l'orientation de l'équipage N''S'' à réaliser pendant les mesures, on obtiendra les positions à donner à l'aimant auxiliaire aux diverses hauteurs : ainsi, pour $h = 400$, il faut orienter suivant OG et OG'; les deux solutions donnent lieu à des forces directrices très différentes et correspondant à PG et PG'.

Si σ et t représentent la sensibilité de l'instrument et la durée d'oscillation lorsque l'aimant auxiliaire est enlevé, il est facile de calculer quelles seront les nouvelles valeurs σ' et t' pour une position quelconque de l'aimant, celle qui correspond par exemple au point G' et se trouve ainsi définie en hauteur et en orientation.

En effet, on a :

$$\frac{\sigma'}{\sigma} = \frac{OP}{PG'} = 1,86$$

$$\frac{t'}{t} = \sqrt{\frac{\sigma'}{\sigma}} = 1,36$$

Si l'on veut réaliser une sensibilité $\Sigma = \sigma \times K$, on trace la circonférence Pg dont le rayon est égal à $\frac{OP}{K}$.

La solution donnée par U permet d'opérer avec la même orientation N'' S'' que ci-dessus, mais il serait plus avantageux, au point de vue de la manipulation de l'aimant directeur, d'adopter le point g qui conduit à placer l'aimant à une hauteur d'environ 360 millimètres et à l'orienter suivant Og, l'aiguille supérieure de l'équipage ayant une direction perpendiculaire.

Les variations qu'éprouvent journellement l'intensité de la force directrice de la terre et la direction du méridien magnétique ne laissent pas que de troubler les conditions d'équilibre des équipages galvanométriques.

Lorsqu'on se contente de faire des mesures au galvanomètre par les méthodes de réduction à zéro, les changements lents subis par l'équipage n'ont pas grand inconvénient; il n'en est pas de même lorsque l'on cherche à conserver un *zéro fixe* et une sensibilité constante.

Les constructions géométriques que nous venons de développer permettent d'étudier complètement l'influence des variations de H et des oscillations du méridien magnétique NS, et aussi de se rendre un compte exact du rôle que jouent les paramètres de l'équipage et en particulier le *degré d'astaticité*, comme l'a déjà signalé fort judicieusement M. Pellat (fig. 16).

Sur cette figure nous avons représenté, en NS et N_1S_1, les direc-

Digitized by Google

tions du méridien magnétique à deux instants différents ; l'angle qu'elles forment, φ, ne dépasse guère un degré dans une journée, à moins de perturbations tout à fait anormales, de *tempêtes magnétiques*. Le centre de l'équipage est en P, et OP représente le terme $Hd\mu$, c'est-à-dire la force directrice de l'équipage sans aimant auxiliaire. Pour tenir compte à la fois du changement angulaire φ et de la variation dH, il faudra modifier la construction et substituer la base O_iP à OP.

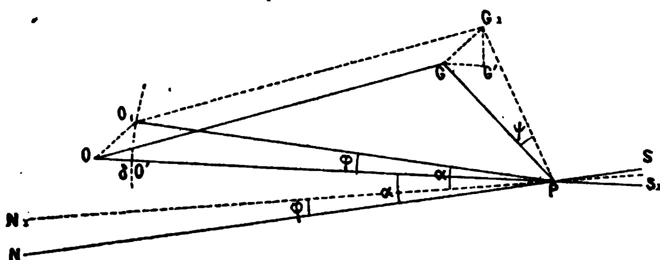


Fig. 16.

Les deux bases font entre elles le même angle φ que les deux méridiens NS, N_iS_i, puisque la direction naturelle de l'équipage doit faire un angle constant α avec le méridien magnétique.

$$\text{Tang}\ \alpha = \frac{\mu}{d\mu}\varepsilon = \text{constante}.$$

La variation de longueur $OP - O_iP = dH \times d\mu$; or le rapport

$$\frac{dH}{H} = \frac{OP - O_iP}{OP}$$

atteint rarement $\frac{1}{100}$ dans nos contrées, dans l'intervalle d'une journée. Si nous abaissons de O_i une perpendiculaire O_iO' sur OP, à cause de la petitesse de φ, elle pourra se confondre avec l'arc de cercle ayant O_iP pour rayon, et on aura :

$$OO' = OP - O_iP = OP\frac{dH}{H} \text{ généralement } < OP \times 0{,}010$$

$$O_iO' = OP \times \varphi \qquad - \qquad < OP \times 0{,}017$$

Les paramètres de l'équipage μ, μ', d, et la position en hauteur et en direction de l'aimant auxiliaire n'ayant pas varié, le rayon $OG = r$ ne change ni de grandeur, ni de direction ; il faut donc, par O, mener une ligne $O_{,}G$ parallèle et égale à OG, et la ligne $PG_{,}$ remplace la ligne PG.

L'orientation de l'équipage varie alors de l'angle $GPG_{,} = \psi$, et la force directrice résultante devient $PG_{,}$ au lieu de PG.

Si l'on se donne *à priori* l'orientation de l'équipage et la force directrice, c'est-à-dire en grandeur et direction PG, les changements que leur apporteront les variations φ et $\frac{dH}{H}$ se traduiront par le déplacement du point G en $G_{,}$, déplacement que l'on peut considérer comme constitué par la ligne brisée $GG'G_{,}$

$$GG' \text{ parallèle à OP et égale à } OP.\frac{dH}{H}$$

$$G'G_{,} \text{ perpendiculaire à OP et égale à } OP \times \varphi.$$

Ces coordonnées sont proportionnelles à OP, toutes choses égales d'ailleurs : il est donc important, à ce point de vue, de réduire OP par rapport à PG, c'est-à-dire de faire usage d'équipages naturellement très astatiques, n'exigeant qu'une faible action de la part de l'aimant auxiliaire.

Il est à remarquer que les influences isolées de φ et de $\frac{dH}{H}$ sur la valeur de ψ, c'est-à-dire sur le *déplacement du zéro*, varient en sens inverse lorsque l'on oriente différemment l'équipage par rapport à la direction qu'il prend naturellement sans aimant auxiliaire.

Cette étude nous semble devoir familiariser avec le maniement des galvanomètres très sensibles, comme sont ceux de sir W. Thomson, à équipage double. Les tâtonnements qui accompagnent inévitablement la mise en place et le réglage de ces appareils en sont rendus plus méthodiques, par suite leur durée en est diminuée. L'opérateur trouve alors l'instrument plus maniable et peut plus aisément en tirer tout le parti possible.

J. POLLARD.

Digitized by Google

LES TRANSFORMATEURS

DE MM. GAULARD ET GIBBS

Nous reproduisons ci-dessous *in extenso* le Rapport du docteur Hopkinson sur le rendement des transformateurs de MM. Gaulard et Gibbs.

Ce Rapport prêtant à la critique sur bien des points, nous le ferons suivre de quelques observations.

RAPPORT DU DOCTEUR HOPKINSON, F.R.S., M.A., M.I.C.E.

A THE NATIONAL COMPANY FOR THE DISTRIBUTION OF ELECTRICITY BY SECONDARY GENERATORS

MESSIEURS,

Après avoir vérifié les instruments dont je me suis servi pour les expériences faites à Edgware Road les 11 et 12 courant, je suis à même de vous donner les résultats exacts indiqués par eux.

Les mesures ont été prises à l'aide d'un électromètre à quadrants de Thomson par les méthodes employées il y a quelques années par M. Joubert à Paris.

La constante de l'instrument a été déterminée dans mon laboratoire à l'aide de l'étalon de Clark. Cette méthode est exempte des objections théoriques indiscutables alléguées contre l'emploi de l'électro-dynamomètre pour la détermination des différences des potentiels ou du travail fourni par les courants alternatifs.

Le 11 mars tout le travail électrique développé par la machine à courants alternatifs de Siemens a été déterminé, à l'aide de six lectures parfaitement concordantes sur l'électromètre, à 16 710 watts.

Le générateur secondaire en service pour l'éclairage de la station d'Edgware Road a été également mesuré. Sur 16 colonnes dont se compose l'appareil, 12 seulement sont utilisées, 8 à l'alimentation de 27 lampes Swan de 100 volts, et 4 en deux circuits séparés à l'alimentation de deux bougies Jablochkoff.

Pour la seconde partie de l'expérience, les colonnes alimentant les bougies Jablochkoff ont été retirées du circuit primaire afin de me

Digitized by Google

permettre de déterminer le rendement de la portion de l'appareil consacré à l'alimentation des lampes à incandescence.

J'ai remarqué que lorsqu'une partie seulement de l'appareil est en fonction, une certaine dérivation s'opère par les colonnes non utilisées, ce qui nuit au rendement économique de l'appareil; mais ceci n'est qu'une question d'ajustement à laquelle il peut être facilement remédié.

Quoi qu'il en soit, les résultats suivants ont été obtenus :

BOUGIES JABLOCHKOFF ALLUMÉES

Travail dépensé entre les bornes du circuit primaire.	2767 watts.
Travail livré aux bornes du circuit secondaire alimentant les lampes à incandescence.	4159 —

BOUGIES JABLOCHKOFF ÉTEINTES

Travail dépensé entre les bornes du circuit primaire.	2131 watts.
Travail livré aux bornes du circuit secondaire alimentant les lampes à incandescence.	1689 —

Ce qui indique un rendement effectif de 79,3 pour 100.

Mais, si d'un autre côté, nous comparons le travail électrique réellement développé par la machine Siemens avec le nombre de lampes alimentées sur tout le réseau, en tenant compte de la résistance du circuit primaire, l'efficacité réelle des autres générateurs secondaires doit être meilleure que celle du générateur secondaire en action à Edgware Road, ce qui est expliqué par notre précédente observation, toutes les colonnes des générateurs secondaires alimentant les stations d'Aldgate et King's Cross étant utilisées.

En effet, le travail électrique total étant, comme nous l'avons dit plus haut, de 16 710 watts, le nombre total des lampes à incandescence alimentées de 151 et les bougies Jablochkoff au nombre de 5; le rendement peut être ainsi déterminé :

151 × 63 watts.	9,513 watts.
5 Jablochkoff × 375 watts.	1,875 —
Résistance de la ligne, 30 ohms, le courant primaire étant de 11 ampères.	3,630 —
	15,018 —

$$\text{Rendement : } \frac{15{,}018}{16{,}710} = 89 \text{ pour } 100.$$

Le 12 courant j'ai procédé à la vérification du rendement du petit générateur secondaire, modèle de l'invention récente de MM. Gaulard et Gibbs, et dont la simplicité de construction doit être tout au moins remarquée.

Le circuit secondaire à été fermé sur une résistance fixe en maille-

Digitized by Google

chort qu'on m'avait dit être de 1,8 ohm, mais que j'ai trouvé de 1,9 ohm.

Les résultats suivants ont été obtenus :

Travail aux bornes du circuit primaire.	230 watts.
Travail livré aux bornes de la résistance en maillechort	198 —

Rendement : 86.1 pour 100.

Pour vérifier mes résultats, un électro-dynamomètre de Siemens a été placé sur le circuit secondaire ; le courant pour la même résistance était de 10,3 ampères, équivalent à un travail de 201,4 watts, résultat s'accordant bien avec les mesures de l'électromètre, eu égard à la grande différence entre les principes de ces deux méthodes de mesure. La quantité de travail absorbé et livré par ce nouvel instrument m'a semblé petite ; mais j'ai très peu de doutes que ceci est simplement dû à ce que la résistance interposée dans le circuit secondaire est beaucoup trop faible, et je recommanderai de faire de nouvelles expériences avec des résistances interposées des 30, 20, 10 et 3 ohms, ce qui serait facile avec l'électro-dynamomètre de Siemens.

Recevez, etc. *Signé :* J. Hopkinson.

Malgré toute l'autorité qui s'attache en Angleterre au nom du docteur Hopkinson, nous ne pouvons laisser passer sans observations le rapport qu'on vient de lire, car il est à la fois incomplet et inexact : incomplet, parce qu'il ne fait pas connaître tous les résultats des expériences et donne brutalement en watts la valeur des travaux électriques aux bornes des circuits inducteur et induit ; inexact, parce que les chiffres introduits dans les calculs ne résultent pas tous de déterminations *directes*, et n'ont, par conséquent, qu'une valeur discutable.

Mais procédons par ordre, en commençant par les expériences d'Edgware Road.

Lorsque les 2 bougies Jablochkoff et les 27 lampes à incandescence sont allumées, ces dernières consomment 1459 watts, soit :

$$\frac{1459}{27} = 54 \text{ watts par lampe.}$$

Lorsque les bougies Jablochkoff sont éteintes, la consommation des lampes augmente ; elle est alors de :

$$\frac{1689}{27} = 62,6 \text{ watts par lampe.}$$

Digitized by Google

La dépense du circuit inducteur étant de 2131 watts, le rendement, bougies éteintes, est bien de 79,3 pour 100.

Les deux bougies demandant 4 inducteurs, et les 27 lampes à incandescence en demandant 8, on peut admettre que les deux bougies ensemble absorbent autant que la moitié des lampes à incandescence lorsque tout est allumé, soit :

$$\frac{1459}{2} = 730 \text{ watts pour les deux bougies}$$

ou $$\frac{730}{2} = 365 \text{ watts par bougie.}$$

M. le docteur Hopkinson admet 375 watts, ce qui ne s'éloigne pas beaucoup de notre chiffre. Le rendement du système, bougies allumées, serait alors :

Énergie dans les lampes.	1459 watts.
— bougies	730 —
Total.	2189 watts.

Rendement : $$\frac{2189}{2767} = 79{,}1 \text{ pour } 100,$$

chiffre encore sensiblement conforme.

Notre désaccord avec M. Hopkinson commence lorsqu'il s'agit d'établir le rendement de l'ensemble des transformateurs. Il peut paraître singulier, en effet, qu'une série d'appareils dont le rendement individuel est de 79 pour 100 donne en bloc un rendement de 89 pour 100. Ce procédé rappellerait par trop la combinaison qui consiste à perdre sur chaque objet pris isolément, mais à se rattraper *sur la quantité*.

L'erreur commise par M. Hopkinson consiste à ajouter aux deux termes du véritable rendement une quantité constante, la perte par les conducteurs, ce qui fait tendre le rapport vers 1, et à majorer la dépense qu'il faut attribuer à chaque lampe à incandescence. Il est bien certain, en effet, que les lampes ne consommant que 54 watts chacune lorsque les bougies sont allumées et 62,6 watts au maximum lorsque les bougies sont éteintes, ne peuvent pas être prises comme consommant uniformément 63 watts. En attribuant aux lampes une consommation moyenne

Digitized by Google

de 58 watts et 365 watts à une bougie Jablochkoff, le calcul du rendement probable des transformateurs peut être rétabli ainsi :

TRAVAIL UTILISÉ SUR LES CIRCUITS INDUITS

1° 151 lampes à 58 watts.	8758 watts.
2° 5 bougies à 365 watts	1835 —
Total.	10593 watts.

TRAVAIL FOURNI AUX TRANSFORMATEURS

Aux bornes de la machine.	16710 watts.
Pertes pour l'échauffement de la ligne . . .	3630 —
Énergie fournie aux transformateurs . .	13080 watts.

Rendement : $\frac{13080}{16710} = 0,783,$

chiffre sensiblement égal à 79,1 pour 100 trouvé pour le transformateur d'Edgware Road pris isolément.

On peut donc admettre, si les chiffres donnés par M. le docteur Hopkinson sont justes, que les transformateurs de MM. Gaulard et Gibbs absorbent 21 pour 100 du travail qui leur est fourni de borne à borne pour effectuer la transformation, perte qui est juste le double de celle indiquée par MM. Gaulard et Gibbs dans leur première communication à la *Société internationale des Électriciens*.

Quant au rendement industriel de l'installation faite sur le Métropolitain, déduction faite des résistances passives et du travail absorbé par la machine à courants alternatifs de Siemens, il peut être établi comme suit :

Énergie fournie par la machine.	16710 watts.
— utilisée dans les foyers.	10593 —

Rendement industriel : $\frac{10593}{16710} = 0,634,$

soit 63,4 pour 100.

L'ensemble du système, conducteurs et transformateurs, fait donc perdre plus de 36 pour 100. Pour apprécier l'importance de ce résultat, il ne faut pas perdre de vue que, dans le système Edison, par exemple, la perte par les conducteurs ne dépasse pas 10 pour 100, et que dans les systèmes à haut potentiel comme

Digitized by Google

les machines de Brush, les conducteurs sont calculés pour limiter la perte à un chiffre équivalent.

Si le système de distribution par dérivations voulait bien consentir à une perte de 37 pour 100 dans la canalisation, il ne serait pas difficile d'effectuer de la distribution à une distance aussi grande qu'avec les transformateurs de MM. Gaulard et Gibbs. L'indépendance des foyers serait tout aussi assurée et l'on aurait en plus l'immense avantage de distribuer un courant qui, par sa nature, se prête à des applications plus nombreuses et plus variées que les courants alternatifs. Nous sommes d'avis qu'il faut, en principe, se passer de tous les intermédiaires qui ne rendent pas les services équivalents aux sacrifices qu'ils imposent, et les transformateurs de MM. Gaulard et Gibbs nous paraissent être dans ce cas. E. Hospitalier.

CONSÉQUENCES PRATIQUES

DE LA

THÉORIE CHIMIQUE DES ACCUMULATEURS

Les équations chimiques de la décharge des piles secondaires étant maintenant établies, on peut calculer les poids qu'il faut donner respectivement aux divers éléments constituant chacun des trois systèmes étudiés, pour obtenir une capacité de travail déterminée, avec une bonne utilisation des matériaux employés. Ces déterminations rationnelles seront avantageusement substituées à celles fournies par l'empirisme, qui a jusqu'à ce jour pris trop de part à la construction des accumulateurs industriels.

On calculera d'abord les *poids théoriques* pour le cas (irréalisable) d'un *accumulateur à utilisation totale*, en prenant pour base de calcul le travail de 1 kilogrammètre par seconde pendant une heure, soit 3600 kilogrammètres.

Le poids théorique de chacune des *matières actives* à engager

Digitized by Google

dans une pile (primaire ou secondaire) pour produire ce travail, est donné par la formule déjà connue :

$$P = \frac{g}{E} \times n \times \alpha \times 0^{gr},0368 \text{ [1]} \qquad (10)$$

dans laquelle :

P est le poids cherché ;

E, la f. e. m. effective du couple ;

n, le nombre d'équivalents engagés ;

α, le poids, en grammes, de l'équivalent du corps considéré.

La somme des valeurs de P, pour toutes les substances intéressées, donnera le *poids théorique* d'un accumulateur idéal, à utilisation totale.

Puis on majorera convenablement les poids théoriques pour obtenir les poids pratiques à donner aux diverses parties d'un accumulateur rationnellement construit.

La comparaison de ces poids *possibles* avec ceux des appareils actuellement offerts montrera l'importance des progrès qu'on peut réaliser en utilisant les récentes acquisitions de la théorie.

I. — Accumulateurs genre Planté.

La décharge s'effectuant selon l'équation :



$$Pb + 2\,SO^3 + Aq + PbO^2 = SO^4\,Pb + Aq + SO^4\,Pb \qquad (7)$$

intéresse théoriquement :

2 équivalents de plomb ;

2 équivalents d'acide sulfurique ;

2 équivalents d'oxygène.

La f. e. m. effective étant environ 1,8 volt pour une décharge assez lente, $\frac{g}{E} = 5,44$, et les poids théoriques P, calculés d'après la formule (10) sont, pour un travail de 3600 kilogrammètres :

	grammes.
Plomb (Pb = 103,5)	41,45
Oxygène (O = 8)	3,20
Acide sulfurique (SO^4H = 49)	19,58
Total	64,23

[1] Voy. l'*Électricien* du 15 juillet 1883.

Digitized by Google

Pratiquement, le plomb *actif* doit être mélangé à un poids à peu près égal de plomb conducteur (métallique ou peroxydé), et la lame-support, avec la partie émergente, peut comporter un poids semblable à celui des matières qu'elle soutient. On doit donc quadrupler le poids du plomb et doubler celui de l'oxygène; l'acide sulfurique devra être en excès de 50 pour 100 environ. Et pour rendre possible le fonctionnement du couple, il faut ajouter un poids d'eau double de celui de l'acide.

Le poids *pratique* de l'accumulateur devient ainsi :

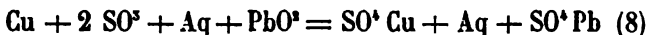
		grammes.
Plomb	41,45 × 4 =	165,80
Oxygène.	3,20 × 2 =	6.40
Acide sulfurique.	19,58 × 1,5 = 29,37	88,11
Eau	29,37 × 7 = 58,74	
		260,31
Récipient et accessoires de construction, environ 10 pour 100 du poids utile		26,00
Total.		286,31

Soit, pour un cheval-heure : $286^{gr},31 \times 75 = 21^{kg},5$ environ.

Il ne faut pas oublier qu'il s'agit ici du travail total développé par l'accumulateur par une décharge complète, assez lente, dans l'ensemble des circuits intérieur et extérieur.

II. — Accumulateurs au cuivre.

L'équation de la décharge :



$$Cu + 2\ SO^3 + Aq + PbO^2 = SO^4Cu + Aq + SO^4Pb \quad (8)$$

intéresse théoriquement :

1 équivalent de plomb;

1 équivalent de cuivre;

2 équivalents d'oxygène;

2 équivalents d'acide sulfurique.

La f. e. m. effective pendant la décharge étant 1,2 volt environ, on a :

$$\frac{g}{E} = 8,17.$$

Digitized by Google

Les poids *théoriques*, P, calculés d'après la formule (10) sont, pour un travail total de 3600 kilogrammètres :

	grammes.
Plomb ($Pb = 103{,}5$)	31,13
Cuivre	9,56
Oxygène ($O = 8$)	4,80
Acide sulfurique ($SO^4H = 49$)	29,41
Total	74,90

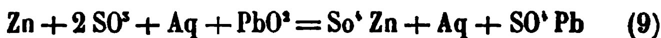
Pour les raisons déjà indiquées, il faut pratiquement doubler l'oxygène, quadrupler le plomb et majorer l'acide sulfurique de 50 pour 100. Le poids du cuivre pourra n'être que doublé; mais celui de l'eau doit être assez grand, quatre fois le poids de l'acide, à cause de la faible solubilité du sulfate de cuivre dans l'eau acidulée. Le poids pratique de l'accumulateur au cuivre devient ainsi :

		grammes.
Plomb	$31{,}13 \times 4 =$	124,52
Cuivre	$9{,}56 \times 2 =$	19,12
Oxygène	$4{,}80 \times 2 =$	9,60
Acide sulfurique	$29{,}41 \times 1{,}5 = 44{,}11$	220,55
Eau	$44{,}11 \times 4 = 176{,}44$	
		373,79
Récipient et accessoires de construction, environ 15 pour 100 du poids utile		56,07
Total		429,86

Soit pour un cheval heure : $430^{gr} \times 75 = 32^{kg},450$.

III. Accumulateurs au zinc.

L'équation de la décharge étant :



$$Zn + 2\,SO^3 + Aq + PbO^2 = SO^4Zn + Aq + SO^4Pb \qquad (9)$$

intéresse :

1 équivalent de plomb;
1 équivalent de zinc;
2 équivalents d'oxygène;
2 équivalents d'acide sulfurique.

La f. e. m. effective pendant une décharge lente étant environ 2,3 volts, on a : $\frac{g}{E} = 4{,}26$; d'où les poids théoriques P, calculés comme précédemment :

Digitized by Google

	grammes.
Plomb (Pb = 103,5)	16,23
Zinc (Zn = 32,7)	5,12
Oxygène (O = 8)	2,50
Acide sulfurique (SO^4H = 49)	15,34
Total	39,19

Les poids *pratiques* comportent 4 fois plus de plomb, 2 fois plus d'oxygène et 1,5 fois plus d'acide. L'attaque locale du zinc oblige à tripler le poids de l'électrode négative et à étendre l'acide de 4 fois son poids d'eau. Les chiffres ainsi majorés deviennent :

		grammes.
Plomb	16,23 × 4 =	64,92
Zinc	5,12 × 3 =	15,36
Oxygène	2,50 × 2 =	5,00
Acide sulfurique	15,34 × 1,5 = 23,01	115,05
Eau	23,01 × 4 = 92,04	
		200,33
Récipient et accessoires de construction, environ 15 pour 100 du poids utile		30,00
Total		230,33

Soit pour un cheval-heure : $230^{gr}, \times 75 = 17^{kg},250$.

IV. — Conclusions.

Les précédents calculs démontrent :

1° Que les accumulateurs au cuivre sont, à puissance égale, plus lourds, plus encombrants, plus chers que les deux autres systèmes[1] ;

2° Que des accumulateurs du genre Planté, judicieusement construits, pourraient emmagasiner un travail de un cheval-heure électrique dans un poids de $21^{kg},5$. Les chiffres relevés par MM. Géraldy et Hospitalier[2] sur un couple Planté bien formé ; par MM. Fichet, Hospitalier et Jousselin[3] et MM. Monnier et Guitton[4] sur des accumulateurs Faure; par MM. Gramme et Fontaine[5] sur des accumulateurs de Kabath, et par d'autres

[1] J'ai autrefois cru le contraire, à cause d'une erreur de mesure : la surélévation de la f. e. m. après la charge m'en avait imposé sur la puissance des accumulateurs au cuivre.

[2] L'*Électricien* du 15 juin 1881.

[3] Le *Génie civil* du 15 octobre 1883 et l'*Électricien* du 31 octobre 1883.

[4] L'*Électricité* du 20 octobre 1883.

[5] La *Revue industrielle* du 5 septembre 1883.

Digitized by Google

expérimentateurs, démontrent que l'on n'a pas su tirer du système tout ce qu'il peut donner. La médiocrité des résultats obtenus résulte principalement du trop faible volume d'eau acidulée et de son insuffisante concentration. Ces défauts, le dernier surtout, seraient faciles à corriger;

3° Que l'*accumulateur au zinc* est, à puissance égale, plus léger et moins coûteux que le Planté, auquel il emprunte son électrode positive.

L'accumulateur au zinc mérite donc d'être étudié au point de vue des applications industrielles. ÉMILE REYNIER.

NOUVEAUX PERFECTIONNEMENTS APPORTÉS AU SYSTÈME MEYER POUR TRANSMISSIONS MULTIPLES

Dans la forme ancienne, le télégraphe multiple, système Meyer, était un grand appareil composé de plusieurs récepteurs, placés sur une même table, déroulant ensemble et mécaniquement incorporés dans un même mouvement.

La construction variait d'un appareil à l'autre, et les pièces principales y étaient différentes. En un mot, un quadruplex, par exemple, ne pouvait servir qu'à une quadruple transmission.

Dans sa forme nouvelle, au contraire, et c'est en cela que consiste le grand perfectionnement apporté par l'inventeur, les récepteurs ont été séparés et ramenés à un type unique et uniforme, pouvant être employés dans une transmission multiple quelconque.

Désormais, un poste multiple comprend un chronomètre ou appareil moteur central, et autant de récepteurs et de claviers que le groupe réalise de transmissions. Il y a donc deux récepteurs en duplex, quatre en quadruplex, etc.

Nous décrirons, dans leurs parties principales et nouvelles, le chronomètre, le récepteur, puis l'ensemble d'un poste multiple nouveau modèle; enfin, le fonctionnement en ligne de deux postes multiples, avec le tracé des communications.

Digitized by Google

Chronomètre. — Le chronomètre, placé sur un support spécial, se compose essentiellement d'un mouvement d'horlogerie, mû par un poids, et dont le régulateur est le pendule bien connu à tige vibrante. Le mouvement doit être remonté à la main, toutes les heures.

Le but de cet appareil est de produire une division exacte du temps, de faire déclencher électriquement l'un après l'autre, toujours dans le même ordre et dans des périodes de temps toujours les mêmes, les récepteurs groupés autour de lui.

Le chronomètre porte en outre un plateau diviseur et son chariot, un commutateur et les organes de correction du synchronisme.

Le *plateau diviseur* (fig. 1) est un disque en ébonite portant,

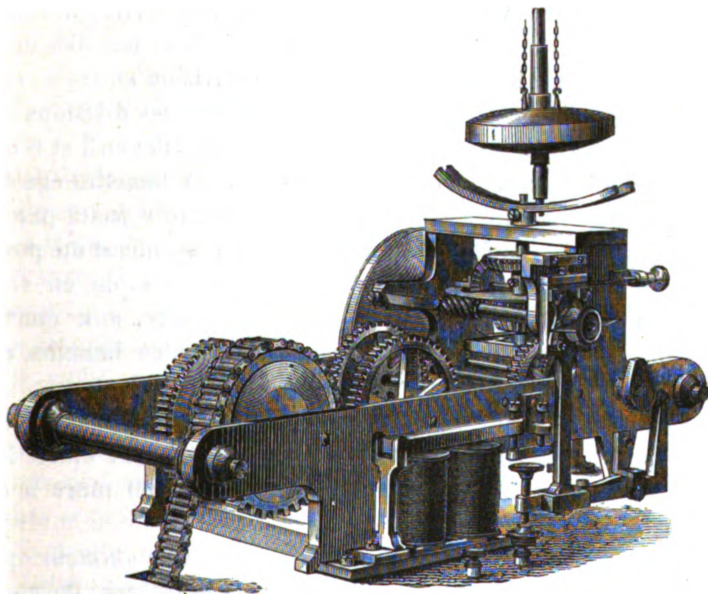


Fig. 1. — Chronomètre

vissées sur sa circonférence, des lamelles en cuivre. Ce diviseur ne donne passage qu'au courant de correction. A cet effet, on prélève environ 1/15 de la circonférence représentée par une lamelle coupée en deux, dans le sens de la largeur ou d'une ligne concentrique. La partie inférieure communique avec la pile

Digitized by Google

de ligne ou le fil de terre; quant à la partie supérieure, elle communique avec le fil de ligne.

De cette manière, le chariot, qui porte un double contact, en passant sur ces deux lamelles, les relie momentanément l'une à l'autre et rend possible, pendant la durée du passage, l'émission ou la réception du courant de correction.

Le restant de la circonférence du disque a pour objet unique de diriger un courant local dans chacun des récepteurs du poste, afin de produire, à intervalles de temps égaux, le déclenchement de ces appareils : il en résulte un tour d'hélice, organe écrivant, et un tour de chariot distributeur, organe transmettant.

La circonférence, moins 1/15 environ, est divisée d'abord en deux parties égales, puis après, en 3, 4, 5, 6, 7 et enfin en 8 parties égales. A chaque point de division correspond une lamelle. Sur un même disque, on a donc les deux lamelles de la division en deux, les trois lamelles de la division en trois, etc.

Pratiquement, la première lamelle de toutes les divisions est la même, et les divisions en 2, 4 et 8 ainsi que celles en 3 et 6 ont des lamelles communes. On a donc en tout 24 lamelles égales.

De chaque lamelle part un fil qui, après avoir passé par le commutateur, va se relier au récepteur correspondant du poste multiple. Il est d'ailleurs évident que si, par exemple, on veut établir une transmission quadruple, on attache, aux quatre récepteurs, les quatre fils qui partent des quatre lamelles du diviseur marquées du chiffre 4.

Le chariot, calé sur l'arbre central, est en relation avec une pile locale; il distribue le courant de déclenchement entre les divers récepteurs. Sa vitesse de rotation est de 90 tours à la minute.

Les fils du plateau diviseur passent dans un *commutateur* qui les groupe dans un ordre déterminé, suivant les cas. Ce commutateur (fig. 2) est formé d'une longue règle en ébonite fixée sur la table du chronomètre; sur l'un des bords de cette règle on voit 8 bornes de contact.

La première, en commençant par la gauche, est reliée à la première lamelle du plateau diviseur qui, comme nous l'avons indiqué précédemment, est commune à toutes les divisions. Il n'y a donc qu'un fil.

Digitized by Google

La seconde borne est située vis-à-vis d'un groupe de sept lamelles reliées par sept fils, respectivement avec les lamelles n° 2 de toutes les divisions du plateau diviseur et avec le récepteur n° 2.

Une fiche permet de relier métalliquement la borne avec l'une quelconque des sept lamelles. Si, comme pour le plateau diviseur, on marque les lamelles de chaque série par le chiffre même de sa division, on a près de la borne considérée les lamelles 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.



Fig. 2. — Commutateur.

Vis-à-vis de la troisième borne, il y a six lamelles marquées 3, 4, 5, 6, 7, 8, etc. Enfin la huitième borne se trouve directement reliée par un fil, d'une part avec la huitième lamelle de la division octuple du diviseur, et d'autre part au récepteur n° 8, dans le cas d'un appareil à transmission octuple.

D'après ce qui précède, on voit que, sans rien changer à la vitesse du chronomètre, on peut faire desservir, à cet appareil, une transmission quelconque depuis deux jusqu'à huit.

Il suffit, pour un quadruplex, par exemple, d'attacher les quatre récepteurs aux quatre premières bornes et d'enfoncer les fiches sur les lamelles marquées 4 dans chacun des groupes situés vis-à-vis des bornes 2, 3 et 4.

Les *organes de correction* sont restés les mêmes, c'est-à-dire, qu'à chaque rotation du chariot de l'ancien distributeur et du plateau diviseur actuel, l'arbre, sur lequel est calé le chariot, soulève, à l'aide d'un excentrique, un cadre vertical. Ce cadre porte deux cliquets qui actionnent une double roue à rochets dans un sens ou dans l'autre, et par suite la vis sans fin qui se trouve sur le même arbre que les rochets.

La vis commande, à son tour, un plateau denté supportant une roue satellite qui, suivant les mouvements du plateau, peut graviter dans un sens ou dans l'autre; c'est-à-dire dans le même

Digitized by Google

sens ou en sens inverse du pendule. Enfin, à l'extrémité supérieure du cadre, il y a une dent en acier faisant face à une dent identique mais fixe.

A chaque mouvement ascensionnel du cadre, la dent correspondante, en glissant à droite ou à gauche de la dent fixe, permet à l'un ou à l'autre cliquet d'atteindre le rochet pour opérer une poussée transmise à la roue satellite par la vis sans fin.

Cette roue, à chaque tour du chariot, tend donc à se déplacer soit vers l'avance, soit vers le retard, d'une quantité égale à 1/600 de seconde environ.

Le sens de la poussée est déterminé par l'électro-aimant actionné par le courant de correction.

Les choses étant disposées de telle sorte que le cadre se soulève au moment ou le chariot passe sur la lamelle de correction, supposons, par exemple, que le courant agisse avant la rencontre des deux dents dont nous venons de parler. Le cadre, sollicité par l'électro-aimant, incline légèrement vers la gauche et la dent mobile glisse à gauche de la dent fixe. L'un des deux cliquets produit alors un déplacement de la roue satellite en sens inverse du mouvement de rotation. Nous l'appellerons *correction électrique :* c'est un effet de retard.

Dans le cas où, en s'élevant, le cadre atteint la dent fixe, avant l'arrivée du courant correctuel, la dent mobile glissera à droite de la dent fixe et l'autre cliquet, qui agira à son tour, produira un effet identique, mais de sens inverse au précédent. Nous l'appellerons *correction mécanique :* c'est un effet d'avance. Le courant, dans ce cas, est d'un effet nul.

C'est cette alternative de corrections électriques et mécaniques qui maintient le synchronisme cherché.

Récepteurs. — Ces appareils, disposés autour du chronomètre, étant tous identiques, il nous suffira de décrire l'un d'eux.

Un récepteur (fig. 3) est formé d'une cage contenant un mouvement d'horlogerie avec poids et régulateur à force centrifuge, que l'on remonte avec le pied.

Sur l'axe de l'avant-dernier mobile du rouage, et à l'extérieur de la cage, se trouve d'une part l'hélice, organe écrivant, une nervure héléçoïdale formant sur le cylindre une spire entière

Digitized by Google

de 3 centimètres; puis à l'extrémité de l'axe un petit chariot parcourant la circonférence d'un petit distributeur. Ces deux derniers organes se voient à gauche sur la figure.

Un électro-aimant spécial commande l'embrayage.

Au-dessous de l'hélice, encrée par un tampon imbibé d'encre oléïque qui roule librement sur elle et horizontalement, passe la bande de papier de 0,30 de largeur, à tirage continu, supportée par le levier. Ce levier, qui fait corps avec l'électro-aimant droit qui sert d'armature à un aimant artificiel, entraîne, dans ses mouvements d'oscillation, la bande de papier.

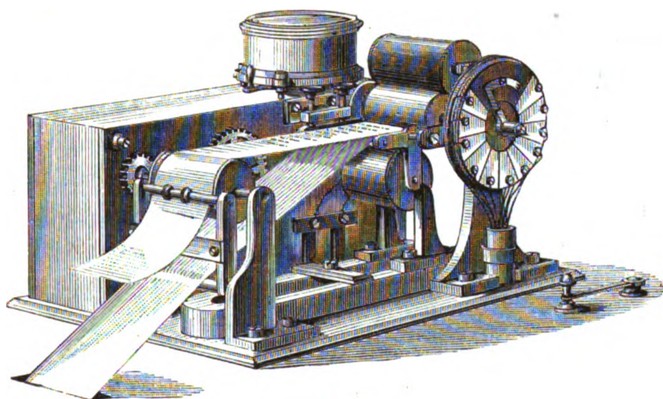


Fig. 3. — Récepteur.

A chaque contact, l'hélice trace sur le papier, et dans le sens horizontal, un trait à l'encre, de même longueur que la durée du courant.

On obtient ainsi la reproduction de l'alphabet morse, légèrement modifié dans la composition des chiffres et de la ponctuation, à l'aide de quatre courants élémentaires. — Chaque lettre correspond à un tour de l'hélice.

Le *distributeur* est un disque en ébonite portant des lamelles en cuivre dont les dimensions sont en rapport avec celles renfermées dans un secteur de l'ancien distributeur. Il y a quatre groupes à deux lamelles, séparés par des lamelles intervalles. La lamelle entière correspond à un courant long, engendrant un trait morse. La demi-lamelle, au contraire, représente le point. Les huit lamelles du distributeur sont reliées par un

Digitized by Google

câble à huit fils, chacun à chacun, aux huit touches du clavier. Les lamelles intervalles, au contraire, sont attachées au fil de terre.

Le petit chariot, qui parcourt le distributeur synchroniquement avec l'hélice, est reliée à la ligne, pendant toute la durée de sa révolution. Au repos, il appuie sur une lamelle isolée.

Le distributeur n'est donc qu'une fraction de l'ancien distributeur, la valeur d'un secteur de ce dernier ; mais comme il y en a un à chaque récepteur, leur somme, pour un poste multiple quelconque, reconstitue le distributeur ancien. — Quant au chariot, sa vitesse est égale à celle de l'ancien, multipliée par le nombre des récepteurs.

En résumé, pendant que le diviseur ancien fait un tour, les diviseurs nouveau modèle ont successivement accompli le leur.

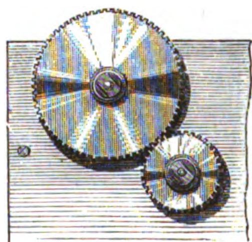


Fig. 4. — Rapport des roues pour un récepteur quadruple.

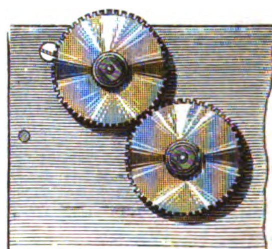


Fig. 5. — Deux roues égales pour récepteur sextuple.

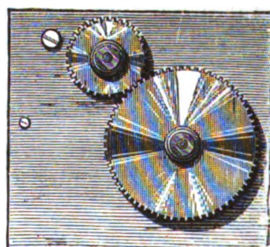


Fig. 6. — Rapport de roues pour un récepteur octuple.

Voyons maintenant comment le même récepteur peut être utilisé dans un poste multiple quelconque.

A l'extérieur du rouage, du côté opposé à l'hélice, on remarque deux roues qui ne font d'ailleurs que transmettre le mouve-

Digitized by Google

ment à l'arbre brisé de l'hélice. En changeant le rapport des diamètres de ces deux roues, on modifie naturellement la vitesse de rotation de l'arbre de l'hélice qui, nous l'avons dit, porte l'organe de la réception et de la transmission (fig. 4, 5, 6).

Le déroulement du récepteur restera le même, mais l'arbre de l'hélice tournera plus ou moins vite. Il suffit donc d'avoir pour chaque récepteur la série des roues avec les rapports de vitesse, depuis la transmission double jusqu'à la transmission octuple.

Ensemble d'un poste multiple, nouveau modèle. — D'après tout ce qui précède, le fonctionnement d'un poste multiple Meyer, sur lui-même, en circuit local, se comprend aisément.

Le chronomètre déroule; le chariot diviseur, en passant sur les lamelles de la division adoptée, envoie vers les récepteurs les courants de déclenchement. Tous les récepteurs sont en mouvement; mais dans chacun d'eux l'arbre de l'hélice est au repos. Si l'on met la manette qui donne accès au courant de déclenchement, les révolutions des hélices et des chariots s'opèrent : celle du premier récepteur dans la première fraction du tour du diviseur, celle du second dans la seconde fraction, et ainsi de suite.

Chaque employé qui reçoit ou transmet une lettre par tour est guidé par le bruit du déclenchement pour suivre le rhythme de la transmission en tenant les touches abaissées jusqu'au bruit suivant, sans se préoccuper de l'instant où les courants composant une lettre sont émis.

La transmission est recueillie sur la bande de papier tout comme la réception. C'est un contrôle facile.

Fonctionnement de deux postes multiples en ligne. — Supposons que deux postes A et B soient disposés en transmissions quadruples, par exemple. A chaque bout du fil du chronomètre, il y a donc quatre récepteurs et quatre claviers. La transmission en ligne se fait par l'intermédiaire de deux relais, l'un de transmission, posé sur le fil de la grande pile, l'autre de réception, sur le fil de terre. Une seule pile locale dessert les deux relais.

Il faut, avant tout, que les chronomètres soient réglés à une vitesse déterminée, d'ordinaire à 90 tours de chariot à la minute, et que les récepteurs aient tous approximativement la

Digitized by Google

même vitesse, réglée sur celle du chronomètre, de telle sorte que l'arbre de l'hélice fasse une révolution en 1/6 de seconde environ.

Au poste A, transmetteur, l'employé fait dérouler son chronomètre qui émet automatiquement à chaque révolution du chariot, le courant de correction envoyé au poste récepteur B. — Le chronomètre de ce second poste fait dérouler les récepteurs et le courant vient faire imprimer un trait dans l'un ou l'autre de ces récepteurs. — Pratiquement, et par une légère différence de vitesse dans le pendule, on amène ce trait sur le récepteur nº 1. Il va sans dire que dans cette situation il n'y a pas concordance entre les deux postes; c'est au poste B qu'on y pourvoit en réglant la vitesse du pendule ou le chronomètre de manière que les traits, envoyés par le poste A, s'échelonnent sur la bande du récepteur nº 1, en une ligne droite.

Une inclinaison vers la gauche ou vers la droite de la bande se règle en manœuvrant, dans un sens ou dans l'autre, la vis de réglage agissant sur la boule du pendule. Ceci fait il reste à établir la concordance entre les récepteurs pris deux à deux. — Il faut que le courant qui vient sur la bande du récepteur nº 1, occupe sa place, c'est-à-dire l'espace affecté à la correction, sur le diviseur. Dans l'ordre des transmissions, cet espace se trouve entre la transmission du récepteur nº 4 et celle du nº 1. Il suffit donc, en touchant au pendule, de ramener ce courant en dehors de la bande, sur la gauche.

Le courant de correction, émis par le poste A, arrive alors au poste B juste au moment où le chariot passe sur la lamelle de correction. A partir de ce moment, la correction fonctionne et le déroulement synchronique se maintient indéfiniment. Il y a concordance, deux à deux, entre les récepteurs des postes A et B.

La transmission s'opère à volonté dans le même sens ou en sens croisé.

Indiquons en terminant l'état des communications.

Le pôle de la pile de ligne a une attache à chacun des claviers et à la partie inférieure de la lamelle de correction, dans le poste A. En B, au contraire, cette même lamelle est à la terre.

Le fil de ligne a également cinq attaches : à chacun des chariots distributeurs et à la partie supérieure de la lamelle de cor-

Digitized by Google

rection. Rappelons que cette communication n'est effectuée pour chacun, que durant le temps de la révolution du chariot. — A l'état de repos, cet organe est isolé.

Le fil de terre aboutit, en passant par le relais de réception, à la lamelle de terre du clavier.

Enfin, la pile locale passant par les leviers des deux relais, traverse successivement les électro-aimants de la réception, et l'électro-aimant de la correction.

L'appareil multiple Meyer fonctionne dans plusieurs pays à une vitesse de transmission qui n'a pas encore été épuisée. L'appareil sextuple produit couramment 200 dépêches à l'heure. Le quadruple en donne 120. — D'après l'inventeur, qui a bien voulu mettre à notre disposition les éléments nécessaires à la confection de cette étude, rien ne s'oppose, sur les lignes de 5 à 600 kilomètres, à pousser le rendement à plus de 300 dépêches à l'heure. L. Chenut.

MESURE DES TRÈS FAIBLES RÉSISTANCES

(2e article[1]).

Dans un précédent article[1], nous avons donné la description schématique du pont construit par MM. Siemens et Halske pour la mesure des très faibles résistances; nous mettons aujourd'hui sous les yeux de nos lecteurs la représentation exacte de cet intéressant instrument (fig. 1).

Ainsi que nous l'avons dit, l'appareil est un pont double de Thomson, modifié par Kirchhoff et Hansemann. Il est surtout remarquable en ce que les mesures qu'il donne sont indépendantes des résistances de contact entre la pièce métallique à mesurer et les parties du système traversées par le courant. Ces résistances sont, comme on le sait, le principal obstacle à la détermination de résistances aussi minimes qu'un millionième d'ohm ou d'unité Siemens.

[1] Voir l'*Électricien* du 1er juillet 1883, t. VI, n° 54, p. 20.

Digitized by Google

La pièce métallique M dont on cherche la résistance repose sur les deux fourchettes en laiton *g*, *g*, l'une mobile, l'autre fixe, que l'on éloigne autant que possible l'une de l'autre; si le poids

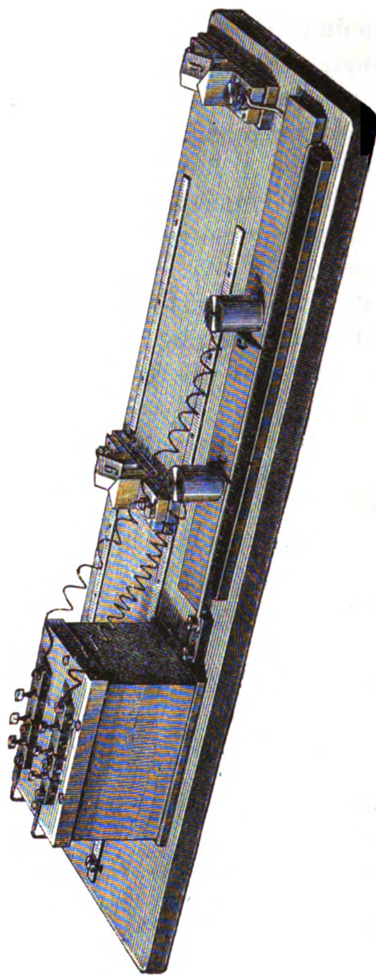


Fig. 1. — Ensemble du pont de Thomson pour la mesure des très faibles résistances de MM. Siemens et Halske.

seul de la pièce ne suffit pas à assurer les contacts, on la surcharge à cet effet.

Le circuit principal se compose de la pile B (2 ou 4 éléments Bunsen), de la clef T, du fil de maillechort tendu N, et de la pièce métallique M reposant entre les fourchettes; ces diverses parties

Digitized by Google

du circuit sont toutes en tension l'une sur l'autre. Deux contacts à couteau *c*, *c* peuvent se déplacer le long du fil de maillechort; ces contacts, la boîte de résistance, le galvanomètre à miroir et les pièces *k* et *l* des fourchettes sont reliés entre eux comme l'indique la figure 2. Dans les branches *o* et *n* sont toujours insérées

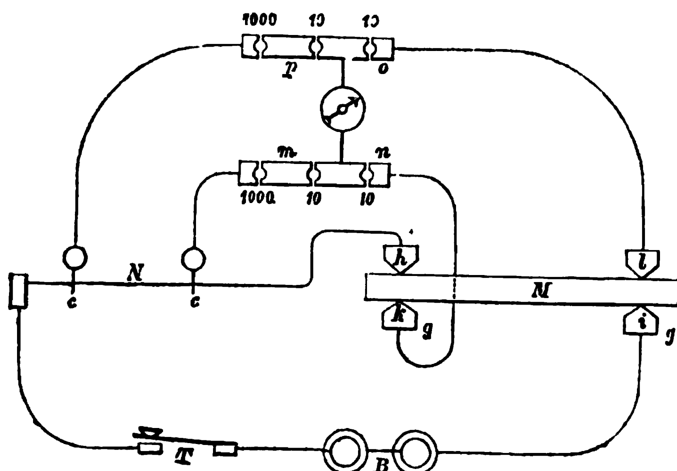


Fig. 2. — Schéma de l'appareil.

10 unités de résistance et dans les branches *m* et *p* 10 ou 1000 unités.

On commence par chercher la position *c*, *c* des deux contacts pour laquelle le galvanomètre n'accuse le passage d'aucun courant quand on abaisse la clef T.

Cette position étant trouvée, et le rapport des résistances $\frac{n}{m}$ étant égal au rapport $\frac{o}{p}$, si M représente la résistance de la barre métallique entre les points *h* et *i*, et N celle du fil tendu entre *c*, *c*, on a :

$$M = N\frac{n}{m} = N\frac{o}{p}.$$

Soient par exemple $n = o = 10$ unités, $m = p = 1000$ unités introduites, et $N = 0{,}0053$ unité, on a $M = 0{,}000053$ unité.

La section Q de la barre métallique en millimètres carrés étant

connue, et sa température t en degrés centigrades étant observée, on peut calculer la conductibilité x de cette barre par rapport au mercure.

Soit L la longueur hl ou ki en mètres, on a :

$$x = \frac{1}{M}\frac{L}{Q}(1 + \alpha t).$$

La valeur de α est 0,004 pour les métaux simples; elle varie avec les alliages.

Supposons qu'on ait trouvé 0,000053 unité pour résistance d'une barre de cuivre de section égale à 143 millimètres carrés et de $0^m,40$ de longueur à la température de $16^\circ,5$, on aura pour sa conductibilité :

$$x = \frac{1}{0,000053} \times \frac{0,4}{143}(1 + 0,004 \times 16,5) = 56,3.$$

Chaque instrument est muni d'une table qui donne, pour chaque longueur, de millimètre en millimètre, du fil tendu compris entre les contacts c, c, la résistance de cette longueur de fil en millioniémes d'unités Siemens ou en microhms si l'instrument est étalonné en ohms. E. B.

EXPOSITION DE VIENNE

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ A L'ART MILITAIRE

(SUITE ET FIN[1]).

SECTION ALLEMANDE. — Nous n'avons que fort peu de chose à signaler dans cette section; nous mentionnerons simplement le *chronographe à étincelles de Siemens* qui, si nous avons bonne mémoire, figurait déjà à Paris, en 1881.

Nous rappellerons donc simplement que cet appareil fonc-

[1] Voy. l'*Électricien* du 1er janvier et du 1er mars 1884.

Digitized by Google

tionne sous l'action de décharges de bouteilles de Leyde. L'explosion, qui se produit quand le projectile passe sur des interrupteurs fixés dans l'âme d'une bouche à feu, s'inscrit sur un cylindre formé d'une plaque d'acier poli, recouverte de noir de fumée, comme nous l'avons expliqué autrefois, quand nous avons décrit le chronographe du colonel Sebert.

Le cylindre est mis en mouvement de rotation rapide (100 tours par seconde), à l'aide d'un poids agissant sur un mouvement d'horlogerie.

L'inconvénient que l'on reproche à cet appareil, c'est de fonctionner irrégulièrement par les temps humides.

Aussi l'ancienne disposition a-t-elle été modifiée par l'emploi d'inducteurs.

Section danoise. — Parmi les appareils exposés, nous décrirons d'abord ceux employés dans la *marine* pour le fonctionnement *des torpilles*.

Les torpilles marines, situées sur une même ligne de blocus et qui doivent fonctionner sous l'action du choc produit par le navire ennemi, quand ce dernier vient les rencontrer sont reliées à une batterie d'allumage formée d'éléments Leclanché. — Cette batterie est disposée au-dessus d'une table à division de courant.

La batterie d'allumage est double. — Une petite batterie ou batterie de relais est reliée aux câbles des torpilles au moment de l'attaque. Elle fait fonctionner, lors du choc, un relais d'allumage qui interrompt le courant de la petite batterie, ferme le circuit de la batterie d'allumage proprement dit, puis l'interrompt aussitôt après l'explosion des torpilles. — Ces diverses manœuvres s'effectuent automatiquement.

A l'extrémité de chaque fil se trouve fixé, sur la table, un indicateur portant un numéro et faisant connaître les torpilles qui font explosion.

La batterie de relais est reliée aux torpilles par l'armature du relais d'allumage. Ce dernier, après avoir fonctionné, revient à sa position initiale et peut ensuite former un circuit local et faire fonctionner une sonnerie d'annonce.

Les fils des torpilles étant réunis en un seul qui aboutit à la

Digitized by Google

table de division, il est indispensable que le fil de branchement d'une torpille qui a fonctionné soit isolé de l'ensemble.

A cet effet, au point de réunion des fils de branchement des torpilles, on dispose des relais sous-marins, dont les armatures sont mues par une batterie spéciale de désengagement dès que les appareils de la table ont dénoncé une explosion. A l'aide d'un commutateur placé sur cette table, on envoie un courant qui actionne le relais sous-marin correspondant à la torpille qui a fait explosion et dont le fil est mis aussi hors circuit.

Dans chaque torpille se trouve un petit cylindre creux, en fer, fermé à la partie supérieure par un couvercle isolé. A l'intérieur du tube se trouve une colonne de mercure de 0,01 de hauteur environ qui, normalement, ne touche pas le couvercle. Quand, sous l'action d'un choc, le mercure est projeté contre ce couvercle, le circuit se trouve fermé. — Cet appareil est suspendu dans l'enveloppe de la torpille par des chaînes pendantes.

Le feu est communiqué aux cartouches à l'aide de fils de platine, d'un diamètre de $\frac{1}{150}$ à $\frac{1}{200}$ de millimètres, qu'un courant de 0,05 à 0,07 ampère peut faire rougir.

Quant aux relais sous-marins dont nous avons parlé, voici comment ils fonctionnent : un anneau de contact mobile est maintenu par un crochet, à la position de repos. Sous l'action du courant de la batterie de désengagement, l'armature du relais est attirée, le crochet se trouve dégagé et un ressort qui fait tourner l'anneau de contact, rompt la communication avec le fil de la torpille qui a fonctionné.

Les relais, en nombre égal à celui des torpilles, sont placés dans une boîte hermétiquement fermée qui est descendue au fond de la mer.

On peut se dispenser d'avoir une batterie spéciale pour l'allumage. Il suffit en effet de relier métalliquement l'enveloppe extérieure galvanisée de la torpille à une plaque de charbon qui plonge également dans l'eau de mer, pour donner naissance à un courant d'une intensité suffisante pour enflammer deux cartouches.

Pour éviter que les torpilles, ainsi disposées, ne fonction-

Digitized by Google

nent au passage d'un navire autre qu'un navire ennemi, il est indispensable de pouvoir interrompre la communication entre le charbon et la torpille. A cet effet, on place un relais polarisé entre ces deux corps. Ce relais est relié par un fil avec un poste d'observation d'où, suivant les cas, on envoie dans les bobines un courant positif ou négatif, suivant que la communication entre les torpilles et le charbon doit ou non exister.

Pour se rendre compte, sans danger, si les mines sont armées ou non, on peut faire usage de deux plaques de charbon et de zinc placées dans l'eau de mer, et d'un galvanomètre.

Comme dernier appareil appartenant à cette catégorie, nous citerons celui de Truelsen pour torpilles d'observation, et à la fois pour torpilles d'observation et de choc. Il permet, à l'aide de deux fils seulement, de desservir un grand nombre de torpilles.

Dans une boîte en fer, hermétiquement fermée, placée au fond de la mer, se trouve un rhéotome dont le bras, sous l'action des courants émis par le poste, vient se placer sur une touche métallique correspondant à la torpille voulue. Le fil d'opération seul sert à cette manœuvre. Le bras dont nous venons de parler est en communication constante avec le second fil et le fil d'allumage. Une aiguille, placée dans le poste et mue par le courant d'opération, indique le numéro de la touche contre laquelle le bras vient appuyer. Enfin un système de résistances et un galvanomètre différentiel permettent de s'assurer que le bras du rhéotome est bien dans la position normale.

Passons maintenant aux appareils exposés par le *ministère de la guerre*. Ces appareils représentaient, au grand complet, l'ensemble d'un matériel télégraphique de campagne.

L'organisation de ce service, en temps de guerre, comprend quatre grandes divisions, savoir :

1° Sections télégraphiques de campagne;
2° Sections télégraphiques d'étapes;
3° Sections pour signaux de campagne;
4° Sections pour signaux d'étapes.

Les *sections télégraphiques de campagne* ont pour mission d'établir les lignes de communication devant relier les corps

Digitized by Google

d'armée et le réseau télégraphique du pays ; de poser les lignes d'étapes.

Chaque section comprend 2 colonnes de poseurs d'appareils, 1 colonne de déposeurs, et 5 groupes de télégraphistes.

Le matériel se compose d'une voiture pour postes, à 2 chevaux, et de quatre voitures de matériel à 4 chevaux. — Il suffit à la pose de 30 kilomètres de ligne et à l'établissement de 4 à 6 postes reliés à un poste central.

Les poteaux de $5^m,60$ de hauteur, sont en sapin, ils pèsent 3 kilogrammes. En ligne droite leur espacement moyen est de 63 mètres environ. Le fil est situé à $2^m,67$ au-dessus du sol ; grâce aux rallonges vissées dans les poteaux ordinaires, cette hauteur peut atteindre $4^m,86$.

Les isolateurs, de $0^m,063$ de hauteur, sont en caoutchouc durci ; ils sont fixés à la garniture supérieure des poteaux par des tourillons à vis de $0^m,133$.

Le fil poli est du fil de fer n° 16 galvanisé, pesant 18 kilogrammes le kilomètre. Il s'enroule sur des tambours disposés à des distances variant entre 1/2 et 2 kilomètres.

Parmi tous les éléments du matériel employé à la construction des lignes, nous citerons seulement le petit chariot pour le transport du fil. Ce chariot, disposé pour recevoir deux tambours sur lesquels s'enroule le fil, peut être transporté par deux hommes.

On n'emporte d'ordinaire qu'une seule voiture de matériel ; toutefois dans le cas où les ressources locales ne permettraient pas de s'installer à couvert, dans une maison, on se sert de tentes pouvant couvrir chacune une surface de 9 mètres carrés.

Chaque poste fonctionne sous l'action d'un courant émis par une batterie de 15 éléments Leclanché.

Le poids d'une voiture à matériel, remorquée par 4 chevaux, est de 870 kilogrammes. Elle renferme 930 kilogrammes de matériel.

En outre du conducteur et d'un aide, cette voiture est disposée de manière à porter les hommes de la colonne de poseurs.

La voiture de postes est traînée seulement par 2 chevaux. Elle contient les appareils pour deux postes. Elle pèse 820 kilogrammes, et renferme 140 kilogrammes de matériel ; elle est

Digitized by Google

disposée pour recevoir, en outre du conducteur et de son aide, de 2 à 4 télégraphistes.

Chaque colonne de poseurs se compose de 1 conducteur, de 5 contremaîtres et de 19 pionniers. On pose d'ordinaire 10 kilomètres de ligne en trois heures. La tente servant à abriter le poste est dressée en dix minutes.

La colonne, chargée du démontage, comprend 1 conducteur, 3 contremaîtres et 13 pionniers. On démonte 10 kilomètres de ligne en deux heures. — Huit minutes suffisent pour démonter la tente.

Les *sections télégraphiques d'étapes* sont chargées du rétablissement des lignes permanentes qui ont été renversées et de la pose des lignes destinées à relier les postes signaux d'étapes au réseau télégraphique du pays.

En général, chaque colonne comprend une voiture de matériel de 4 chevaux et deux voitures de matériel à 2 chevaux, permettant d'établir 8 kilomètres de lignes télégraphiques, 30 kilomètres de lignes d'étapes et 2 postes télégraphiques.

La voiture de matériel à 4 chevaux est identique à celle du service télégraphique de campagne. La voiture à 2 chevaux porte 15 kilomètres de fil, un matériel complet de lignes permanentes pour les réparations et les outils nécessaires à une colonne de poseurs. Elle pèse 705 kilogrammes et renferme 600 kilogrammes de matériel. A l'avant de la voiture, il y a place pour 1 conducteur et 1 aide.

Le contingent des colonnes d'étapes est celui d'une compagnie capable de fournir, pour chaque colonne, une colonne complète de poseurs, des télégraphistes pour deux postes et une réserve.

Le personnel de la colonne de poseurs se compose de 1 conducteur, 6 contremaîtres et 24 pionniers.

Les *sections pour signaux de campagne* sont employées en première ligne pour communiquer avec les troupes d'opérations. Elles établissent des lignes variant de 7 à 15 kilomètres.

Chaque section, placée sous les ordres d'une section télégraphique de campagne, comprend 4 postes doubles composés chacun de 2 contremaîtres, de 4 à 5 télégraphistes et d'une voiture pour signaux à 2 chevaux.

Le matériel spécial, pour signaux, comprend des drapeaux,

Digitized by Google

des appareils au pétrole, et le matériel suffisant à l'établissement d'une petite ligne télégraphique, entre un poste de signaux et le quartier général. On fait usage, pour ces lignes, d'un fil isolé, ou câble d'avant-postes, reliant des appareils télégraphiques de Bucchholtz.

La voiture pour signaux est très légère; l'avant-train, à deux roues, est attelé à l'arrière-train comme nos caissons d'artillerie. Cette voiture pèse 730 kilogrammes, elle contient 200 kilogrammes de matériel et peut transporter 1 conducteur et 5 ou 6 télégraphistes.

Le personnel du poste pour signaux de campagne se compose de 1 conducteur, de 2 télégraphistes et de 1 ou 2 ordonnances à cheval.

Quand le poste doit en outre servir d'observation, le service des signaux fournit les lunettes et autres appareils employés par les commandants de l'état-major correspondant.

Enfin, les *sections pour signaux d'étapes* établissent les lignes de communications secondaires, à poste fixe, destinées à mettre l'armée de terre et la flotte en communication, à l'aide de signaux de côte; doublent des câbles sous-marins, enfin établissent de nouvelles lignes de communication entre des régions séparées par l'océan.

Le matériel se compose encore de drapeaux et d'appareils au pétrole; mais on cherche en ce moment le moyen de se servir d'appareils électriques.

Quant aux sections, elles sont formées d'après les circonstances locales.

Nous ne parlerons pas de l'organisation en temps de paix; cela nous entraînerait beaucoup trop loin.

Pour terminer ce sujet, nous devons quelques mots de l'application de la *roue phonique* comme chronographe.

Cet appareil, imaginé par Paul la Cour, est fort curieux, et possède des propriétés vraiment remarquables; comme il n'est pas absolument récent, nous ne le décrirons pas en détail; nous rappellerons simplement qu'il se compose d'une roue dentée en fer doux tournant autour de son axe, de manière que les dents passent très près du pôle d'un électro-aimant, sans pourtant le toucher.

Digitized by Google

En faisant passer un courant phono-électrique à travers les spires de l'électro-aimant, le pôle de celui-ci exercera des attractions périodiques sur la dent la plus rapprochée; la roue sera en équilibre, non seulement au repos, mais encore lorsqu'elle tourne avec certaines vitesses déterminées. — Cela aura lieu surtout quand la roue parcourra, par période du courant phono-électrique, un chemin égal à la distance entre deux dents successives.

Il en résulte que tout cylindre monté sur l'axe d'une roue phonique peut servir à enregistrer les temps au moyen d'une étincelle d'induction, par exemple. — La vitessse linéaire à la circonférence de la roue phonique peut atteindre et même dépasser celle de 5000 millimètres par seconde. Les points obtenus sur le cylindre ne pouvant l'être avec une erreur supérieure à $0^{mm},2$, il en résulte que l'erreur totale, exprimée à la manière ordinaire, sera inférieure à $\frac{0,2}{5000} = \frac{1}{25000}$

Ici, comme pour tous les appareils chronographiques, en général, il sera prudent de vérifier l'appareil au moyen d'observations spéciales, avant et après les mesures. — Les courants phono-électriques étant produits par un diapason, le nombre des vibrations de cet appareil, peut varier avec la température, l'intensité du courant, etc.

Nous n'insisterons pas davantage sur un appareil qui (nous le pensons du moins) n'est pas encore sorti de la période d'essais. Nous avons cru néanmoins qu'il pouvait y avoir quelque intérêt à le signaler, et, en terminant, nous adresserons nos bien sincères remerciements à M. de Hedemann, lieutenant du génie danois, aide de camp du ministre de la guerre, pour l'obligeance avec laquelle il s'est mis à notre disposition pour nous fournir des explications très détaillées sur les appareils exposés par son pays.

L. Chenut.

Société française de physique. — Les séances annuelles de Pâques auront lieu cette année à l'Observatoire les 15 et 17 avril Le 15 avril l'entrée sera réservée aux seuls membres de la Société et le 17 avril aux invités de la Société.

Digitized by Google

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 17 mars 1884.

Théorie et formules pratiques des machines magnéto-électriques à courants alternatifs. — Note de M. Félix Lucas, présentée par M. Cornu.

L'induit mobile d'une machine magnéto-électrique à courants alternatifs comprend $N = \mu\nu$ bobines égales, et l'on attelle en quantité ν groupes de μ bobines associées en tension ; il y a autant de modes d'attelage possibles qu'il y a de manières de décomposer N en deux facteurs entiers μ et ν. L'inducteur est composé d'aimants fixes.

Pour un mode d'attelage déterminé on peut d'abord imposer à l'induit une vitesse de rotation fixe de n tours par minute. Les effets obtenus varient alors avec la résistance R du conducteur avec lequel on ferme le circuit. Soit I l'intensité du courant électrique et T le travail moteur reçu par la machine et transformé par elle en énergie électrique ; I et T sont deux fonctions de R. Désignons, d'autre part, par r la résistance (mesurée, par exemple, au moyen d'un pont de Wheatstone) du système des bobines entrant dans le circuit. On pourra exprimer R et r en ohms, I en ampères et T en chevaux-vapeur. Le principe de la conservation de l'énergie donne d'abord

$$(R+r)I^2 = 75gT. \qquad (1)$$

Pour obtenir une seconde équation, on peut recourir à l'expérience. Je ferme le circuit par un conducteur de résistance inconnue ; un électro-dynamomètre me fait connaître l'intensité I du courant ; la pression indiquée par le manomètre de la machine à vapeur motrice me fait connaître le travail qu'elle produit et duquel je retranche le travail (mesuré d'avance) absorbé par les transmissions et par le mouvement de la machine lorsqu'elle tourne à circuit ouvert : je connais ainsi T. En faisant varier la résistance extérieure depuis zéro jusqu'à l'infini, de manière à obtenir un grand nombre de systèmes de valeurs I et T correspondantes, on obtient les éléments d'un tracé graphique dans lequel on prend I pour abscisse et T pour ordonnée. J'ai reconnu ainsi que *la loi suivant laquelle* T *dépend de* I *est représentée par une*

Digitized by Google

parabole du second degré qui passe par l'origine des coordonnées et dont l'axe est vertical. On a, par conséquent,

$$\rho(I-h)^2=75g(k-T). \qquad (2)$$

Les valeurs numériques des trois paramètres ρ (résistance), h (intensité), k (travail mécanique) se déterminent à la demande du graphique ; comme la courbe passe par l'origine des coordonnées, on a

$$\rho h^2=75gk. \qquad (3)$$

Si l'on élimine T entre les équations (1) et (2), en tenant compte de la formule (3) et posant

$$\varphi=2\rho h, \qquad (4)$$

on trouve qu'il existe entre R et I la relation très simple

$$(R+r+\rho)I=\varphi. \qquad (5)$$

Le paramètre φ s'exprime en volts, comme une force électromotrice: ρ représente une résistance *fictive*, à laquelle ne correspond aucune consommation de travail mécanique. Les deux équations (1) et (5) contiennent toutes les lois du fonctionnement de la machine pour une vitesse constante de l'induit et pour un mode d'attelage fixe.

Si l'on veut déterminer directement φ et ρ, on peut faire deux expériences précises, en donnant à la résistance R deux valeurs connues R′ et R″ et mesurant les intensités correspondantes I′ et I″. On aura ainsi

$$\left.\begin{aligned}\rho&=\frac{R''I''-R'I'}{I'-I''}-r,\\ \varphi&=(R''-R')\frac{I'I''}{I'-I''}.\end{aligned}\right\} \qquad (6)$$

Pour des vitesses variables de l'induit, ρ et φ deviennent des fonctions du nombre n des tours par minutes. En déterminant expérimentalement la nature de ces fonctions, n variant depuis 150 jusqu'à 850 tours, j'ai reconnu qu'elles sont linéaires. En d'autres termes : *Les paramètres ρ et φ croissent en raison directe de* n. On a donc

$$\left.\begin{aligned}\varphi&=a+\alpha n,\\ \rho&=b+\beta n,\end{aligned}\right\} \qquad (7)$$

et la formule (5) devient

$$I=\frac{a+\alpha n}{R+r+b+\beta n}; \qquad (8)$$

j'ai vérifié cette formule par un très grand nombre d'expériences.

Digitized by Google

Il reste à tenir compte du mode d'attelage de la machine. Or l'expérience m'a conduit aux observations suivantes :

L'attelage en tension de μ systèmes identiques multiplie par μ les paramètres ρ, φ et r ; l'attelage en quantité de ν systèmes identiques divise par ν les paramètres ρ et r sans modifier le paramètre φ.

Si donc nous désignons par a_1, α_1, b_1, β_1 et r_1 des paramètres correspondant à une seule des bobines, nous aurons

$$a=\frac{\mu}{\nu}a_1,\quad \alpha=\frac{\mu}{\nu}\alpha_1,\quad r=\frac{\mu}{\nu}r_1,\quad b=\mu b_1,\quad \beta=\mu\beta_1. \tag{9}$$

L'énergie électrique fournie par la machine au circuit extérieur est donnée par la formule

$$75g\,T_e=\frac{N(a_1+\alpha_1 n)^2 R}{[\nu R+\mu(r_1+b_1+\beta_1 n)]^2}. \tag{10}$$

Elle devient *maximum* lorsque l'on satisfait à la relation

$$\nu R=\mu(r_1+b_1+\beta_1 n), \tag{11}$$

et sa valeur est alors

$$75g\,T_e=\frac{N(a_1+\alpha_1 n)^2}{4(r_1+b_1+\beta_1 n)}. \tag{12}$$

Mes expériences, pour obtenir et vérifier ces diverses formules, ont été faites au dépôt central des phares, en décembre, janvier et février dernier, avec des machines magnéto-électriques du système Méritens.

Sur le phénomène de Hall. — Note de M. A. Leduc, présentée par M. Jamin.

Si l'on place entre les pôles d'un puissant électro-aimant, perpendiculairement aux lignes de force magnétiques, une lame métallique très mince traversée par un courant, il se développe dans cette lame une force électromotrice transversale, que M. Hall considère comme due à une pression subie par ce courant.

M. Righi a reconnu que l'effet est bien plus grand dans le bismuth que dans les autres métaux étudiés jusqu'ici.

Je me suis procuré une lame rectangulaire de bismuth ayant $0^m,03$ de large sur $0^m,05$ de long et d'une épaisseur d'environ $0^{mm},04$. Cette lame, collée sur verre au moyen de baume de Canada, est plongée dans l'eau pure, afin d'éviter l'échauffement considérable qu'elle prend sans cette précaution sous l'influence du courant qui la traverse. Deux larges pinces fixées aux extrémités de la lame donnent accès au courant ; deux autres fixées sur ses côtés portent les fils qui conduisent à

Digitized by Google

l'électromètre capillaire ; ces dernières sont placées autant que possible sur une ligne équipotentielle. La différence de potentiel qui s'y établit lorsque la lame est convenablement placée dans le champ magnétique est mesurée par compensation.

Cette différence de potentiel dépend :

1° De l'intensité du courant qui traverse la lame ;

2° De sa température ;

3° De l'intensité magnétique moyenne dans l'espace qu'elle occupe dans le champ.

I. Dans une série d'expériences, j'ai fait varier seul le courant qui traverse la lame ; il a atteint 9 ampères. La différence de potentiel des électrodes parasites est proportionnelle à l'intensité de ce courant, ainsi qu'il résulte du tableau ci-joint, extrait de l'une de mes expériences.

C.	I.	E.	$\frac{E.10^6}{CI}$.
amp.	amp.	volt.	
5,77	5,127	0,01248	421
5,98	3,572	0,00893	419
5,97	2,119	0,00531	420
5,95	1,386	0,00343	417
5,92	0,825	0,00205	421
5,90	0,647	0,00159	417
5,87	0,350	0,00081	419
Moyenne			419

C désigne l'intensité du courant dans l'électro-aimant.
I — — la lame.
E — la différence de potentiel des électrodes parasites dans le champ magnétique.

II. J'ai fait varier la température de la lame entre 12 et 57 degrés. La différence de potentiel observée a diminué en moyenne de 39 dix-millièmes de sa valeur à 0 degré par degré centigrade. J'ai trouvé que la résistance du bismuth diminue de 42 dix-millièmes de sa valeur à 0 degré pour la même élévation de température. Cette différence de potentiel est donc sensiblement proportionnelle, dans le bismuth, à la chute de potentiel le long de la lame. La ligne équipotentielle qui passe par les électrodes parasites s'est inclinée d'un certain angle qui, dans les expériences, n'a pas dépassé 5 degrés, mais qui augmente avec l'intensité magnétique.

III. Enfin, j'ai fait varier seule l'intensité du courant qui traverse l'électro-aimant. J'ai construit des courbes qui représentent en unités arbitraires, en fonction de cette intensité, d'une part, la différence de potentiel E et, de l'autre, l'intensité magnétique M mesurée par l'induction sur un toron de même dimension que la lame tournant à 180 degrés dans le champ. La différence de potentiel est proportionnelle à l'intensité magnétique, tant que le courant qui anime l'électro-aimant ne dépasse pas 7 ampères. A 12 ampères, l'écart est d'environ 7 pour 100.

Digitized by Google

C.	E.	I.	$\frac{E}{I} \times 10^4$.	C.	M.
amp.	volt.	amp.		amp.	
5,26 . . .	0,00632	9,08	696	5,11 . . .	596
9,22 . . .	0,00963	9,04	1065	8,99 . . .	968
11,68 . . .	0,01100	8,94	1230	11,68 . . .	1162

Expériences sur l'argent. — J'ai constaté sur une feuille d'argent ayant une épaisseur de 0mm,0002 que la différence de potentiel des électrodes parasites diminue de 0,004 à 0,005 de sa valeur par degré centigrade, tandis que la résistance de ce métal augmente avec la température. Il en résulte que la déviation des lignes équipotentielles dépend ici de la température, tandis qu'elle en est sensiblement indépendante dans le bismuth.

Conclusions. — En résumé, si l'intensité magnétique ne dépasse pas une certaine valeur, on peut représenter la déviation de la ligne équipotentielle et des lignes de force aux points où elles la coupent par la formule $D = kM(1 - at)$, k étant la déviation produite à la température 0 degré en un point où l'intensité magnétique est égale à 1, constante qui pourra mesurer le phénomène de Hall dans le métal, et a une autre constante.

Pour le bismuth, a est très petit; pour l'argent, il vaut de 0,008 à 0,009.

Cette déviation peut être considérée comme due à l'hétérotropie que prend le métal dans le champ magnétique et analogue à celle que subit la lumière tombant normalement sur une substance biréfringente.

Remarque. — Le phénomène est très faible dans un alliage de bismuth et de plomb à poids égaux qui est très malléable; il est nul dans le plomb, d'après M. Hall. L'état cristallin du bismuth paraît donc avoir une plus grande part dans la production du phénomène que la nature du métal lui-même, ainsi que cela se présente pour le diamagnétisme[1].

Séance du 24 mars 1884.

Sur une cause probable de désaccord entre la force électromotrice des piles et les données thermochimiques. — Note de M. G. Chaperon, présentée par M. Cornu.

Parmi les éléments voltaïques dont la force électromotrice réelle présente des différences considérables avec la force électromotrice théorique calculée au moyen des données thermochimiques, un certain

[1] Ce travail a été exécuté au Laboratoire de recherches physiques de la Faculté des sciences.

Digitized by Google

nombre semblent montrer des phénomènes dus à la polarisation du métal soluble ou attaquable. Plusieurs cas remarquables ont été constatés par Edm. Becquerel en 1856 : ils se rapportent à des couples contenant du fer, du nickel ou du cobalt dans une dissolution de potasse. Ces couples, bien qu'ayant une électrode positive impolarisable, fournissent un courant qui tombe très rapidement vers zéro. Les éléments où entrent le magnésium dans la même dissolution de potasse et l'aluminium dans l'eau acidulée sulfurique offrent des propriétés analogues. La force électromotrice de tous ces couples diffère d'ailleurs beaucoup de sa valeur théorique, même lorsqu'on la mesure *à l'état statique*, à l'électromètre, par exemple.

C'est ainsi que l'élément aluminium, acide sulfurique dilué, sulfate de cuivre, cuivre, donne 0,62 volt, la force électromotrice théorique étant 2,06 volts. L'élément magnésium-platine dans la potasse, contrairement à ce qu'indiqueraient les données thermiques, est moins énergique que l'élément zinc-platine dans le même liquide (1,35 volt au lieu de 1,43).

Bien que l'on ne considère habituellement le phénomène appelé *polarisation* comme susceptible de modifier l'énergie électrique fournie par une action chimique que par le fait du passage du courant, il semble possible, *a priori*, que les propriétés inhérentes aux métaux, quelles qu'elles soient d'ailleurs, qui concourent à produire ce phénomène, modifient aussi la force électromotrice statique. Nous avons ainsi été conduit à constater et à étudier, sous leur forme générale, les phénomènes de polarisation produits par les métaux cités, dans les dissolutions même où l'énergie électrique qu'ils produisent présente des anomalies.

Cette étude, en raison de l'effet possible d'une couche d'oxyde, qui altérerait beaucoup la conductibilité des électrodes et causerait, à elle seule, une différence de potentiel notable pendant qu'elles communiquent avec la pile, a dû être faite d'une façon particulière.

La méthode suivie consiste à couper rapidement le circuit fermé par les électrodes et la pile pour mettre ces électrodes en communication pendant un temps très court avec les armatures d'un condensateur d'assez grande capacité (1 microfarad). En réitérant cette opération un certain nombre de fois, ce qui se fait aisément au moyen d'une clef, le condensateur finit par se charger, avec une différence de potentiel des armatures très rapprochée de la différence maxima qu'ont retenue les électrodes. On mesure alors cette différence de potentiel, soit par l'impulsion d'un galvanomètre, soit, plus commodément, à l'électromètre. Avec des électrodes dites impolarisables, de zinc distillé dans le sulfate de zinc, par exemple, et une source de 1 volt, en trois coups

Digitized by Google

de clef on a une charge de quelques centièmes de volt, qui n'augmente pas pour cent coups de plus; avec un système polarisable, au contraire, en trois ou quatre coups, le condensateur est chargé avec une différence très rapprochée de 1 volt.

Il est commode de mettre les résultats sous forme de courbes ayant pour abscisses les différences de potentiel établies par la source variable entre les électrodes, et pour ordonnées les différences restituées par ces électrodes au condensateur.

L'examen de ces courbes montre que les métaux étudiés donnent, avec les électrolytes dans lesquels nous les avons examinés, des systèmes polarisables jusqu'à la *décomposition de l'électrolyte en ses éléments*, la différence de potentiel retenue par les électrodes croissant, suivant une loi bien continue, entre zéro et le point d'électrolyse, et même beaucoup au delà. La limite de force électromotrice atteinte ainsi, après l'électrolyse apparente, est souvent supérieure à celle que donne le platine. Ainsi, avec le magnésium dans les alcalis, on a des forces électromotrices restituées de 3,8 volts, avec l'aluminium dans l'eau acidulée, plus de 4 volts.

Essayons maintenant de préciser et d'interpréter les rapports que nous avons dit exister entre les phénomènes de polarisation et l'anomalie de la force électromotrice *statique*. Pour cela, désignons par T_{mR}, T_{mH} le travail ou l'énergie électrique correspondant à une température et une pression données, à l'absorption ou à la restitution des éléments R et H d'un électrolyte par une électrode de métal polarisable *m*. T_{mR} et T_{mH} ne sont pas des constantes, mais varient au contraire dans des limites très étendues, diminuant à mesure qu'augmente la quantité absorbée des éléments R et H.

Cela posé, le travail chimique correspondant à l'énergie électrique restituée par deux électrodes polarisées sera en général

$$T_{RH} - T_{mR} - T_{mH},$$

T_{RH} étant, dans les conditions données, l'énergie de formation de l'électrolyte ; T_{mR}, T_{mH} ayant les valeurs qui correspondent aux deux états de saturation des électrodes amenés par l'effet de la source. Si la polarisation suit une loi continue, comme on peut le constater, par exemple, sur les systèmes que nous avons étudiés, cette valeur de l'énergie chimique devra varier de T_{RH} à zéro entre le point d'électrolyse et l'état de neutralité des électrodes, qui est alors caractérisé par l'égalité

$$T_{RH} - T_{mR} - T_{mH} = 0. \qquad (1)$$

Dans ce même intervalle, T_{mR} et T_{mH} varieront de zéro à deux

Digitized by Google

valeurs positives; chacune de ces valeurs sera donc, à la limite, plus petite que T (RH). C'est la valeur limite de T_{mR} satisfaisant à l'équation (1) qui entrerait dans le calcul des forces électromotrices théoriques au lieu de la chaleur de combinaison.

Cette équation (1) est pour ainsi dire évidente, si on la considère comme exprimant ce fait que le métal ne dégagerait pas d'énergie électrique ou de travail en décomposant l'électrolyte à lui seul. Il a dû, en effet, atteindre toujours cet état d'équilibre, au cas où il n'existerait pas avant le contact de l'électrolyte. Il est utile d'ajouter que l'existence des deux coefficients variables, T_{mR}, T_{mH}, n'entraîne pas celle de deux systèmes chimiques à proportions indéfinies; il suffit en effet que de pareils systèmes se réalisent avec l'un des éléments des électrolytes; l'hydrogène, par exemple, peut faire varier d'une manière continue l'énergie chimique du métal des électrodes relativement à une réaction quelconque.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 4 avril 1884.

M. Krouchkoll avait remarqué, dans le cours de certaines expériences, que le platine bien nettoyé avec de l'acide azotique et porté plusieurs fois au blanc s'amalgame lorsqu'on le laisse séjourner dans le mercure. Il s'est assuré que cette amalgamation tient à la propreté de la surface. Ayant besoin d'un métal incapable de s'amalgamer, même dans des conditions de propreté parfaite, il a été amené à faire des essais avec l'aluminium et le fer.

Quand on plonge dans le mercure l'aluminium, quand on a bien nettoyé en le grattant avec un canif, la surface grattée se ternit et se recouvre de pellicules d'alumine qui viennent flotter jusque sur le mercure. Le même phénomène a lieu quand l'aluminium est gratté sous le mercure. L'aluminium parfaitement propre s'oxyde donc au contact du mercure.

Quand par une électrolyse on fait dégager de l'hydrogène à la fois sur le mercure et sur le métal en contact avec lui, l'amalgamation se produit. Ce phénomène a lieu avec le fer et l'aluminium, et donne naissance à des amalgames qui s'oxydent immédiatement à l'air, probablement par la destruction de l'amalgame.

M. Krouchkoll conclut de ses expériences que l'absence d'amalgamation de certains métaux, dans les conditions ordinaires, tient au défaut de propreté de leur surface.

Digitized by Google

M. Krouchkoll conclut de ses expériences que l'absence d'amalgamation de certains métaux, dans les conditions ordinaires, tient au défaut de propreté de leur surface.

M. Cailletet rappelle, à ce propos, qu'en 1857 il avait observé certains faits relatifs à l'amalgamation des métaux précédents. Quand on les frotte avec de l'amalgame de sodium en présence de l'eau, de manière à dégager de l'hydrogène, ces métaux s'amalgament, ce qui n'a pas lieu en l'absence de toute humidité. Il avait observé aussi que, quand on fait dégager de l'hydrogène par électrolyse sur le métal à amalgamer et qu'on le plonge ensuite dans du mercure disposé au-dessous de l'eau acidulée, l'amalgamation se produit. Pensant que le phénomène pouvait être dû à la présence de l'hydrogène naissant, il s'en assura en remplaçant le mercure par une dissolution étendue d'un sel de ce métal. Un courant faible décomposait ce sel et déposait sur le métal expérimenté des gouttes de mercure sans adhérence. Un courant plus fort décomposait l'eau et produisait de l'hydrogène; on voyait aussitôt le mercure s'étaler et amalgamer la lame. L'aluminium ainsi amalgamé, puis plongé dans l'eau acidulée, donne naissance à un couple qui décompose l'eau. Il se produit alors des flocons d'alumine, à mesure que l'amalgame se détruit.

Plus récemment, M. Cailletet a eu l'occasion d'observer un robinet d'acier faisant partie d'une pompe à piston mercuriel. Le robinet s'étant grippé dans une gaine de même métal, on reconnut, quand on l'en sépara, qu'il s'était amalgamé à la surface.

BIBLIOGRAPHIE

Les planètes sont-elles électro-magnétiques ou magnéto-électriques? par Pierre Picard, membre fondateur de la Société internationale des électriciens. Paris, J.-A. Glaire, libraire-éditeur.

Faut-il attribuer le magnétisme terrestre aux courants telluriques ou les courants telluriques au magnétisme terrestre? Pour trouver la solution de ce problème plus palpitant d'intérêt qu'il n'en a l'air à première vue, le courageux membre fondateur de la Société internationale des électriciens qui n'a pas craint d'aborder un sujet aussi délicat, rappelle dans quelles circonstances et suivant quelles lois un courant thermique et un courant électrique se transforment réciproquement l'un dans l'autre. Il imagine alors un anneau homogène et conducteur, chauffé en un point et refroidi au point diamétralement opposé,

Digitized by Google

évidemment il ne se produit rien. Mais si vous imprimez à l'anneau une certaine vitesse, il ne se produit rien non plus. Théoriquement, cependant, le potentiel du conducteur devrait être modifié, car comme le dit l'auteur, ce que l'expérience directe est impuissante à révéler, le raisonnement va le faire (nous avouons que, pour notre part, le plus petit grain d'ampère ferait bien mieux notre affaire). M. Picard affirme que si le courant produit est insensible, c'est que l'anneau n'avait pas une vitesse plus grande que celle de la propagation de la chaleur, donc un des éléments de l'anneau ne pouvait être considéré comme un *isolant thermique*, c'est-à-dire comme non parcouru par un courant thermique et par suite n'opérant pas dans un milieu hétérogène, nous n'avons pas réalisé de couple bi-métallique à soudures inégalement chauffées. Or si un homme, fût-il membre fondateur de toutes les Sociétés savantes, n'a pas su combiner une machine cinéto-thermo-électrique, cette combinaison n'est qu'un jeu pour la nature, qui a le soleil comme source de chaleur appliquée à une des soudures, une planète comme conducteur animé de la vitesse suffisante, et une atmosphère comme *isolant thermique* dans les parties dépourvues de vapeur d'eau (régions polaires). Et voilà pourquoi les planètes sont électro-magnétiques et non magnéto-électriques. Ce n'est pas très limpide, mais c'est sans doute de notre faute, et nous engageons vivement le lecteur à parcourir cette petite brochure, qui, *humour* à part, est très intéressante. T.

FAITS DIVERS

Ordre du jour de la Société de physique de Breslau. — La mécanique empiète de plus en plus dans le domaine de la physique. Les applications des machines à vapeur ont amené une révolution profonde dans le monde des travailleurs par la consommation de jour en jour plus grande de la houille et par les échanges de produits agricoles que les chemins de fer et la navigation ont rendus faciles, la télégraphie est venue ensuite développer l'échange des idées entre les hommes de toutes les parties du monde, et l'électricité permet maintenant de transporter à de grandes distances la parole, la lumière et la force. Le domaine de l'électricien s'est tellement étendu que tout porte à croire qu'à l'avenir, ni le temps, ni l'espace, ni la force ne sauraient imposer de limites à l'humanité. La pratique devance la théorie; elle utilise en effet ces forces dont la science ignore encore l'origine et l'essence. En un mot la physique théorique est restée bien loin en arrière de la physique pratique qui n'a pour guide que les résultats de l'expérience.

En effet, la physique n'est en définitive qu'une science basée sur l'expérience et il est clair par suite qu'une théorie parfaite ne pourra ressortir que de l'universalité des faits.

L'étude des forces de la nature intéresse toutes les branches de l'activité

Digitized by Google

humaine; une connaissance exacte de ces forces est nécessaire pour que l'industrie, la mécanique, la navigation, les chemins de fer, la télégraphie, les arts et métiers et le commerce même puissent en tirer le meilleur parti possible.

Nous ne faisons allusion naturellement qu'aux forces en activité dans le monde matériel et nullement aux forces transcendantes immatérielles. Approfondir ces manifestations des masses qui deviennent partout des causes de mouvement suivant la loi de gravitation universelle, et produisent de nouvelles différences de pression, tel est le besoin qui se fait sentir à tous les penseurs; tel est le but vers lequel marchent à l'unisson les savants et les praticiens qui tendent à fondre toutes les forces désignées sous des noms différents en une seule et unique force, cause universelle du mouvement dans le monde matériel.

L'immortel Humboldt dans son *Cosmos* a nettement entrevu cette unité à la suite de ses propres expériences, quand il a dit d'un ton prophétique :

Ce qui provoque le contact de parties humides et dissemblables anime l'organisme des animaux et des végétaux, ce qui sillonne de la foudre l'immensité des cieux, ce qui soude le fer au fer, et fait osciller en silence l'aiguille aimantée, *tout*, de même que les couleurs de la lumière décomposée par le prisme découlent d'une source unique, tout se fond dans une seule force éternelle et universellement répandue.

Cette pensée de Humboldt témoigne de la profondeur à laquelle ce grand génie avait pénétré dans les arcanes de l'univers; elle proclame la dépendance des phénomènes les uns avec les autres. Mais depuis cette prophétie, de grands savants, se basant sur des expériences indiscutables, nous ont appris à ne considérer les diverses forces que comme des causes de mouvements susceptibles de se transformer les uns dans les autres.

Le principe de la conservation de la matière et du mouvement à l'intérieur de l'univers est un enseignement que nous devons à la thermodynamique, science universellement reconnue, de sorte que pour expliquer tous les phénomènes par de simples lois mécaniques, il ne nous manque que de connaître le milieu universel auquel se rapportent la dépendance et le mode des mouvements.

Dans son *Unité des forces physiques* le Père Angelo Secchi considère l'éther comme la matière impondérable qui préside au mouvement de la matière pondérable et donne une explication du transport du mouvement de molécule à molécule par des pressions et des dépressions de l'éther, s'appliquant aussi bien à la gravitation qu'aux courants électro-magnétiques. Cette œuvre démontre qu'il est possible de découvrir le maillon encore inconnu de la chaîne des causes et des effets. La Société de physique a toute qualité pour centraliser les efforts des divers spécialistes, c'est pourquoi dans sa séance annuelle de 1883-1884, elle s'est imposé la tâche de confier la démonstration de la proposition de Humboldt aux diverses sections qu'elle intéresse, au point de vue de la théorie moléculaire.

La Société en appelle d'ailleurs à tous ceux qui voudront bien unir leurs efforts aux siens.

Le propriétaire gérant,
G. MASSON.

9389 — Paris, Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus.

Digitized by Google

J.-B. DUMAS

Il est trop tard pour retracer ici la vie et les travaux de l'illustre maître dont la science vient de faire la perte irréparable.

Comme l'a fort bien dit M. Wurtz au nom de la Faculté des



J.-B. DUMAS.

Né à Alais le 14 juillet 1800, mort à Cannes, le 11 avril 1884.
(Portrait communiqué par le journal *la Nature*).

sciences et de la Faculté de médecine de Paris, M. J.-B. Dumas est certain du jugement de l'histoire, et sa grande figure n'est pas de celles qui puissent disparaître dans l'oubli.

Digitized by Google

Qu'il nous soit cependant permis de rappeler ici que M. Dumas, capable de tous les efforts, acceptant tous les devoirs, supérieur à toutes les tâches, avait présidé avec une grande autorité la première section du Congrès international des électriciens, tenu à Paris, en 1881, et que, grâce à sa haute situation, à sa parole facile et bienveillante, à son charme personnel, il avait su faire aboutir en quelques séances les travaux fort importants de cette commission.

C'est qu'il apportait dans tous les travaux qu'il dirigeait une habileté, un tact et une prudence admirables : l'on doit à M. J.-B. Dumas l'adoption du système international des unités électriques de mesure C. G. S., et ce résultat seul suffirait à lui assurer la reconnaissance de tous les électriciens, si ses admirables travaux n'étaient pas là pour perpétuer son souvenir dans le cœur de tous les amis de la science.

Élu secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences en 1868, il avait apporté dans ces fonctions délicates une aménité, une bienveillance et une impartialité dont il sera impossible de retrouver l'équivalent. Les travailleurs savent déjà et l'Académie des sciences ne tardera pas à reconnaître que la disparition de son secrétaire perpétuel est, pour tous, la perte la plus grande et la plus irréparable.

LES TRANSFORMATEURS

DE MM. GAULARD ET GIBBS

En réponse à nos critiques du 15 avril, M. Gaulard nous adresse une lettre que notre impartialité nous fait un devoir d'insérer *in extenso*, tout en la faisant suivre de nouvelles observations.

Londres, 17 avril 1884.

MONSIEUR LE RÉDACTEUR,

Dans le numéro du journal *l'Électricien* portant la date du 15 avril, vous publiez le rapport du docteur Hopkinson *in extenso*, en le fai-

Digitized by Google

sant suivre d'une longue discussion sur certains des chiffres qui y sont consignés, mais en négligeant de parler de la seconde partie du rapport, qui établit, d'une façon précise et indiscutable, le rendement de nos appareils à 86 pour 100. Je n'ai pas qualité, pour défendre les appréciations et les chiffres du docteur Hopkinson et je ne viendrais pas vous prier d'insérer cette lettre de rectification, si, dans vos conclusions, vous n'aviez pas attaqué si vivement le système de distribution lui-même, en affirmant qu'avec les moyens connus jusqu'à ce jour il était possible d'arriver aux mêmes résultats, plus économiquement.

Pour rester dans les conditions d'expériences où nous nous sommes placés, nous allons rechercher quel serait le prix des conducteurs que devrait employer M. Edison que vous nous comparez, pour alimenter en dérivation 151 lampes à incandescence à l'aide d'un circuit de 25 kilomètres de longueur et en consentant à une perte de 36 pour 100 du travail initial, et nous trouvons :

Que 151 lampes à 60 watts exigent un travail de 9060 watts auquel il faut ajouter 36 pour 100 ou 3261 watts.

Ce qui nous donne un total de 12321 watts, qu'il faudra nécessairement produire à l'aide d'un courant électrique de 123 ampères et d'une force électromotrice de 100 volts environ. Il résulte de ces chiffres que, pour limiter la perte par le conducteur à 3261 watts représentant la perte consentie de 36 pour 100, ledit conducteur devrait avoir une résistance de $\frac{3261}{123^2} = \frac{3261}{15129} = 0{,}215$ d'ohm.

Ce qui ne pourrait être obtenu qu'à l'aide d'un conducteur de 2325 millimètres carrés, par conséquent d'un poids total de 465 000 kilogrammes, et du prix de 1 250 000 francs au moins :

Or le câble dont nous nous servons actuellement nous a coûté 25 000 francs.

Nous ne voulons pas rechercher quel serait le prix du câble qui, dans les mêmes conditions, devrait être employé par le système direct pour alimenter 500 lampes ; la première comparaison que nous venons de faire suffit amplement à démontrer de quel côté, dans le cas de transport à distance, se trouve l'économie.

Veuillez agréer, etc.

GAULARD.

Nous insérons d'autant plus volontiers la lettre de M. Gaulard qu'elle confirme pleinement les critiques que nous formu-

Digitized by Google

lions sur son système dans l'*Électricien* du 15 avril dernier.

Si M. Gaulard n'a pas qualité pour défendre les appréciations et les chiffres du docteur Hopkinson et si, d'autre part, M. le docteur Hopkinson ne répond pas directement à nos critiques, pas plus qu'à celles de nos confrères, l'*Electrical Review* et la *Lumière électrique*, c'est qu'il y a tout lieu de croire qu'elles sont fondées. Restent les deux points que M. Gaulard prend à partie : l'un relatif à notre *négligence* de la seconde partie du rapport du docteur Hopkinson, l'autre portant sur la possibilité d'effectuer avec les sytèmes déjà connus des distributions à des distances aussi grandes qu'avec les appareils de MM. Gaulard et Gibbs.

En ce qui concerne le premier point, nous déclarons qu'il nous est impossible d'accepter les chiffres fournis par le docteur Hopkinson, et c'est le rapport lui-même qui nous inspire cette réserve.

En effet, après avoir reconnu que l'électrodynamomètre est sujet à des *objections théoriques indiscutables* pour la mesure des courants alternatifs, M. le docteur Hopkinson se sert précisément de cet appareil pour déterminer le rendement du petit générateur secondaire, et l'on veut que nous acceptions le chiffre de 86 pour 100, ainsi trouvé par une méthode que l'auteur lui-même reconnaît vicieuse? Ce serait par trop naïf!

Si M. Gaulard regrette que nous n'ayons pas présenté cette objection dans notre article du 15 avril, c'est une lacune aujourd'hui comblée, et nous le remercions de nous avoir fourni cette occasion de compléter notre pensée sur ce point.

En ce qui concerne le second point, M. Gaulard établit à dessein une confusion entre la *distribution* et le *transport*, ce qui semble lui donner quelque apparence de raison, mais ses calculs sont plus spécieux que justes, comme nous allons le montrer. Il est bien certain en effet que s'il s'agissait de *transporter* à 12,5 kilomètres de distance (25 kilomètres de ligne) une énergie de 9060 watts en ne perdant que 36 pour 100 ou 3261 watts sur la ligne, et en se limitant à un potentiel utile de 100 volts seulement, les conducteurs seraient hors de proportion avec le résultat à atteindre. Il y a belle lurette qu'on sait que pour transporter beaucoup d'énergie à une grande distance

Digitized by Google

il faut beaucoup de volts, et M. Gaulard ne nous apprend rien en nous le rappelant indirectement.

M. Brush ne fait pas autre chose avec ses machines alimentant jusqu'à 40 régulateurs à arc en circuit, et la machine Siemens qui sert de génératrice aux appareils de M. Gaulard est établie de même pour de hauts potentiels.

Lorsque M. Marcel Deprez, l'année dernière, alimentait, à Grenoble, 108 lampes Edison type B, à 14 kilomètres de distance de la génératrice placée à Vizille, il employait ainsi des courants dont la force électromotrice initiale dépassait 3000 volts.

Qu'il s'agisse de courant continu ou de courants alternatifs, l'objection reste la même : les hauts potentiels sont dangereux, même en circuit métalliquement fermé, et les expériences citées autrefois par M. Gaulard sont loin d'être convaincantes.

Il reste donc bien entendu que pour aller loin il faut beaucoup de volts ou de gros conducteurs ; d'un côté est un danger, de l'autre une dépense, mais la dépense peut être réduite lorsqu'on fait de la *distribution* directe et non plus du *transport*.

Lorsqu'il s'agit de distribution, les calculs de M. Gaulard cessent d'être exacts, parce qu'il suppose que les conducteurs devront livrer passage au courant de 123 ampères sur toute la longueur du trajet. M. Gaulard n'ignore pas non plus que dans les distributions destinées à fonctionner à une certaine distance. Edison a combiné des dispositions de circuit qui, en augmentant le potentiel utilisable et le portant à 200 ou 300 volts, permettent de réduire considérablement la grosseur du conducteur.

Nous persistons donc dans notre opinion qu'il serait possible de *distribuer* de l'énergie électrique dans un rayon assez étendu, jusqu'à 12 kilomètres si l'on veut, avec une distribution par dérivations, si l'on consent à une perte de 37 pour 100 dans les conducteurs. Si cela n'a pas été fait jusqu'ici, c'est qu'il répugne au bon sens des électriciens de consentir à une perte aussi grande et qu'on préfère restreindre la distance et augmenter le rendement en multipliant les usines de production et en restant dans des potentiels acceptables.

Lorsque M. Gaulard parle du prix de 25 000 francs, il ne l'applique qu'au conducteur lui-même ; pour que la compa-

Digitized by Google

raison soit possible, il faudrait ajouter au prix du câble celui des 5 générateurs secondaires, appareils qui seraient tout naturellement supprimés dans une distribution directe.

Le rapprochement fait par M. Gaulard, entre les prix de 1 250 000 francs, prix du conducteur d'une distribution directe, et le prix de 25 000 francs qui se rapporte à son câble, est donc inexact pour trois raisons :

1° Parce qu'on peut distribuer effectivement avec un potentiel supérieur à 100 volts;

2° Parce que toute la canalisation n'a pas besoin d'être établie pour la somme totale d'énergie à distribuer;

3° Parce que dans le système de MM. Gaulard et Gibbs, il convient d'ajouter au prix du câble celui des transformateurs et de leur installation.

Et puisque M. Gaulard nous fournit l'occasion de dire toute notre pensée sur son système, nous en profiterons pour compléter nos observations et nos critiques.

On s'abuserait étrangement en croyant que le chiffre de 63 pour 100 représente le rendement réel du système de distribution à l'aide des appareils de MM. Gaulard et Gibbs. C'est le rendement *maximum*, celui qui ne peut être atteint que lorsque *toutes* les lampes sont allumées. Dès qu'on en éteint un certain nombre, le rendement diminue forcément, parce que la perte par les conducteurs reste constante et que lé travail utile diminue. Dans le cas où la moitié des lampes seraient éteintes, par exemple, le rendement s'abaisserait à 50 pour 100.

Dans le système par dérivations, au contraire, lorsque la moitié des lampes seulement fonctionnent, la perte par les conducteurs diminue et le rendement s'améliore.

Voici les conséquences directes qui résultent de ces différences de fonctionnement des deux systèmes. Dans une distribution importante, aux heures où la consommation est la plus grande, toutes les machines génératrices doivent fonctionner à la fois; les deux systèmes paraissent équivalents; mais aux heures où la consommation est faible, le système par dérivations permet d'arrêter un certain nombre de machines électriques génératrices, tandis que le système de MM. Gaulard et Gibbs à courants alternatifs, ne se prête que difficilement à cette combinaison.

Digitized by Google

Nous ne voyons pas en effet comment il serait possible de conjuguer plusieurs machines distinctes à courants alternatifs, de façon à faire concorder leurs phases et à ajouter leurs effets. Si MM. Gaulard et Gibbs ont résolu ce problème, ils n'en ont pas encore du moins fait connaître la solution. En tout cas, le fait d'une consommation constante par les conducteurs réduirait considérablement les avantages qu'on pourrait avoir à arrêter un nombre variable de machines, puisque, dans leur système, la production varie beaucoup moins vite que la consommation.

Reste enfin la question des dérivations laissée systématiquement de côté par les inventeurs et l'expert. M. J. Hopkinson nous donne bien les conditions de fonctionnement du transformateur placé à Edgware Road, c'est-à-dire, si nos renseignements sont exacts, du transformateur placé *près de la génératrice*, mais il ne nous fait pas connaître les conditions de fonctionnement de celui placé à l'autre extrémité de la boucle, à 10 ou 12 kilomètres du point de production.

Quel est le travail réellement fourni à ce transformateur, quel est le travail disponible sur les lampes, quel est le rendement? Toutes questions sur lesquelles le rapport est muet.

Nous persistons à croire que l'isolement d'un conducteur traversé par des courants alternatifs de 2000 volts ne peut pas être suffisant pour que les pertes de ce chef soient négligeables. Il en résulte que les appareils disposés aux stations d'Aldgate et de King's Cross n'ont pas dû recevoir toute l'énergie électrique que les chiffres indiquent et que, par suite, à rendement égal, ils n'ont pas dû fournir aux lampes de ces stations autant d'énergie qu'à Edgware Road, c'est-à-dire autant qu'on veut bien leur en attribuer.

C'est seulement avec des chiffres résultant de *mesures directes* qu'on pourra apprécier l'importance de ces pertes, mais nous savons déjà par ailleurs qu'elles ne sont pas négligeables, comme on voudrait le laisser supposer.

Enfin, lors même que le rendement des transformateurs de MM. Gaulard et Gibbs serait intégral, nous serions encore opposé à leur emploi pour une raison qui, à notre avis, prime toutes les autres.

L'établissement d'une distribution d'électricité dans les grandes

Digitized by Google

villes s'impose chaque jour davantage; avant peu, cette distribution constituera un véritable besoin de la civilisation.

Comme on ne peut pas admettre de remaniements incessants dans la canalisation, pas plus qu'on ne peut accepter de potentiels dangereux et que, d'autre part, cette distribution d'énergie électrique doit être établie en vue de satisfaire au plus grand nombre possible de besoins, pour toutes ces raisons et d'autres qu'il serait trop long de développer, nous estimons que les courants alternatifs doivent être rigoureusement *proscrits* comme mode de distribution de l'énergie électrique.

S'il nous est permis de rendre toute notre pensée en parodiant un mot célèbre, nous dirons en résumé que :

La distribution de l'électricité à domicile sera A COURANT CONTINU *ou elle ne sera pas.*

Et voilà pourquoi M. Gaulard, dont le système repose entièrement sur les courants alternatifs, n'est pas du même avis que le signataire de cet article. E. HOSPITALIER

ACCUMULATEUR AU ZINC

MODÈLE INDUSTRIEL

Ce nouveau modèle est construit dans le système *plomb-zinc.* Il ne diffère du petit accumulateur au zinc déjà décrit[1] que par le nombre de ses plaques et la structure de son récipient. Le verre ne pouvait convenir ici. On a fait choix d'un récipient constitué par deux caisses de bois logées l'une dans l'autre, avec une séparation étanche et isolante en mastic bitumineux.

La forme géométrique de ce récipient a permis de supprimer le couvercle: les traverses rectangulaires qui supportent et séparent les plaques, reposent directement sur les bords de la boîte; leur ensemble constitue une fermeture suffisante.

Les électrodes sont au nombre de sept: 4 positives et 3 néga-

[1] Voy. l'*Électricien* du 1er déc. 1883.

Digitized by Google

tives. Le dessin, qui montre l'agencement de l'accumulateur, me dispense d'une plus ample description. Je me bornerai à rapporter les principales données numériques de l'appareil.

DONNÉES PHYSIQUES

E, force electromotrice	2,37	volts.
R, résistance moyenne	0,02	ohm.
I, intensité moyenne du courant de décharge.	25	ampères.
i, — — de charge.	5 à 10	—
Q, capacité d'accumulation	550 000	coulombs.
$\frac{EI}{g}$, travail normal par seconde	5,7	kilogrammètres
$\frac{QE}{g}$, travail emmagasiné	126 500	—

DONNÉES DE CONSTRUCTION

Surface développée des 4 électrodes positives	200 d.q.
— extérieure —	20 d.q.
— — des 3 électrodes négatives	13 d.q.
Poids des 4 électrodes positives	8 k. 200
— des 3 électrodes négatives	1 k. 400
— du liquide	4 k. 400
— du récipient et accessoires	3 k. 160
— total	17 k. 160

D'après une précédente étude[1], un accumulateur au zinc devrait emmagasiner 15 600 kilogrammètres par kilogramme; la capacité de celui-ci n'atteint que la moitié de ce chiffre. La différence résulte de ce que j'ai augmenté à dessein le poids des électrodes, pour accroître leur durée, et renforcé le récipient. On peut s'en rendre compte en comparant les poids *réels* des divers organes, avec les poids rationnels calculés pour une puissance de 130 000 kilogrammètres.

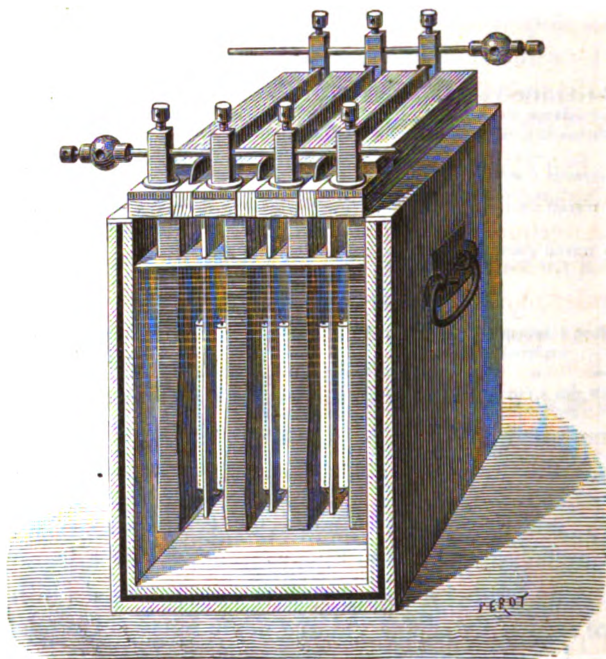
	POIDS	
	calculé.	réel.
	k.	k.
Plomb	2,500	8,000
Électrodes négatives	0,550	1,390
Oxygène	0,180	0,180
Eau acidulée	4,140	4,400
Récipient et liaisons	1,105	3,160
Totaux	8,475	17,130

Il serait facile de réduire l'accumulateur à son poids rationnel; mais sa solidité et sa durée seraient diminuées. Dans l'état actuel de la question, je préfère exagérer la solidité et réduire le prix de revient, pour ouvrir aux accumulateurs l'accès de la pra-

[1] Voy. l'*Électricien* du 15 avril 1884.

Digitized by Google

tique industrielle, et leur acquérir la confiance des électriciens, que les agissements de l'empirisme ont mis sur la défensive.



Accumulateur *au zinc*, modèle industriel (dessin au $\frac{1}{5}$ d'exécution).

Malgré l'exagération voulue de son poids, l'accumulateur présenté est plus léger que tous ceux réalisés jusqu'ici sur le continent[1]. En effet :

1 kilogramme d'accumulateur Planté, petit modèle, formé par l'inventeur, emmagasine.	1500 kilogrammètres.
1 kilogramme d'accumulateur Faure, ancien modèle de 8 kilogrammes, à cloisonnement d'escot, emmagasine.	3000 —
1 kilogramme d'accumulateur Faure, à cellules, modèle de 30 kilogrammes, emmagasine.	4400 —
1 kilogramme d'accumulateur au zinc, modèle actuel de 17 kilogrammes, emmagasine	7600 —

ÉMILE REYNIER.

[1] Il convient de faire des réserves relativement à certains modèles d'accumulateur Faure construits en Angleterre, auxquels on attribue une capacité très grande, mais non invraisemblable.

Digitized by Google

EXPOSITION DE VIENNE

APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES. SYSTÈME BAUDOT

Des raisons de garantie de brevets empêchent encore de donner une description détaillée du type auquel s'est définitivement arrêté le Ministre des postes et des télégraphes.

Ce dernier modèle réalise complètement le desideratum de la télégraphie; car il peut satisfaire à toutes les exigences et à tous les besoins des trafics les plus différents.

S'il s'agit de desservir une ligne ordinaire, il suffit d'installer un manipulateur et un traducteur. Cette installation est disposée de manière à pouvoir être utilisée soit en *simple*, soit en *duplex* (par la méthode différentielle).

Une simple manœuvre du commutateur permet de passer en un clin d'œil de l'un à l'autre de ces modes de transmission.

Le traducteur est tout différent, comme forme, du récepteur exposé à Paris, en 1881, quoiqu'il repose toujours sur le même principe. Le plateau circulaire à 10 voies de l'ancien combinateur a fait place à deux disques juxtaposés, montés sur l'axe même de la roue des types. Les tranches de ces disques portent des encoches convenablement espacées, et forment les deux voies, de repos et de travail, où s'engagent les 5 frotteurs.

Ceux-ci ne se présentent plus de front à l'aiguillage, comme dans l'ancien système, mais successivement. A cet effet, au repos, ils sont disposés au-dessus du disque postérieur, et dans le même plan; mais ils sont susceptibles d'un léger déplacement en avant, sous l'action combinée des palettes des électro-aimants et d'une cause spéciale. Ceux qui sont déplacés viennent au-dessus du disque antérieur (voie de travail) et correspondant aux touches qui ont été abaissées préalablement au poste de départ.

Tous les points de la circonférence des deux disques viennent se présenter successivement sous les frotteurs, qui exécutent un

Digitized by Google

petit mouvement de bascule, quand ils se trouvent *simultanément* sur des encoches, comme cela se passait d'ailleurs dans l'ancien combinateur. De ce mouvement de bascule résulte l'embrayage des organes imprimeurs et tout ce qui s'en suit.

Ainsi disposé, l'appareil est d'un volume très restreint. Le moteur est indépendant et reste fixé à la table, tandis que l'appareil télégraphique proprement dit peut être facilement enlevé et replacé, sans qu'il soit nécessaire d'attacher ni de détacher la moindre communication. Ce traducteur, lorsqu'il est utilisé séparément, est muni d'un distributeur sur la face postérieure; mais lorsqu'il fait partie d'une installation multiple, il peut en être dépourvu, puisque les émissions se font par l'intermédiaire d'un distributeur multiple.

NOTE SUR LE TÉLÉGRAPHE ESTIENNE

Le but que s'est proposé M. Estienne, contrôleur du service technique des postes et télégraphes, est de substituer au Morse ordinaire un appareil qui, tout en ayant les avantages de ce télégraphe, soit encore plus pratique et capable de donner un rendement supérieur à celui du télégraphe bien connu de Hughes, sans fatigue pour l'employé.

Ce nouveau système se distingue du Morse ordinaire par les points suivants :

1° Nouvelle manière de former les signaux;

2° Emploi d'un manipulateur à deux courants et d'un récepteur à électro-aimant polarisé.

La nouvelle écriture est formée de deux signaux : le demi-trait transversal, qui remplace sur la bande le point Morse, et le trait transversal, qui remplace le trait longitudinal Morse.

Nous donnons ci-contre un spécimen de cette écriture.

Chaque signal est tracé par une plume différente; les lettres, chiffres et signes de ponctuation sont composés de ces deux signaux groupés conformément à l'alphabet Morse. Le demi-trait est produit par une émission positive de courant; le trait, par une émission négative.

Digitized by Google

Dans ce système, le manipulateur est à inverseur et à deux touches. Chacune d'elles, lorsqu'elle est abaissée, envoie sur la ligne un courant de sens contraire correspondant à un signal différent.

L'expérience journalière démontre que souvent le télégraphiste exercé, par suite d'un énervement involontaire ou insurmontable qui se traduit habituellement par des traits coupés, éprouve à la longue, avec le manipulateur Morse ordinaire, autant de difficulté, pour manipuler correctement, qu'un débutant.

Cet inconvénient qui, paraît-il, se produit davantage encore avec le personnel féminin, n'existe pas pour la manipulation à deux touches. L'étude du piano, dont le jeu comporte également des contacts dont la durée est essentiellement variable, peut servir de preuve à l'appui de ce dire.



Spécimen de la bande imprimée par le système Estienne.

Dans l'appareil de M. Estienne, tous les courants sont brefs, la manipulation est donc plus facile; en outre, un contact trop prolongé ou non assez prolongé ne change pas la nature du signal; il en résulte simplement une variation de l'épaisseur du trait.

Par conséquent, ce système paraît présenter déjà, sur le Morse ordinaire, les avantages suivants : Diminution des erreurs, plus grande facilité de manipulation, plus grande rapidité de travail, se traduisant par une augmentation de 35 à 40 pour 100 de rendement.

Cette augmentation peut encore être accrue sur les lignes de grande longueur.

M. Estienne voit en outre dans son système des avantages pratiques résultant de l'espace réduit occupé par les signaux : l'écriture est plus lisible, on peut coller la bande sur la copie. ce qui permettrait de supprimer, pour le télégraphiste, le travail de copie qu'il est tenu de faire sans voir ce qu'il écrit, puisqu'il est obligé de suivre en même temps, des yeux, le déroulement

Digitized by Google

de la bande de papier portant les signaux. Enfin l'économie très sérieuse de papier qui en est également la conséquence n'est pas à négliger.

Quant aux copies à remettre au public, elles porteraient : 1° les bandes de transmission ; 2° la traduction interligne.

De là un contrôle immédiat toujours facile à faire.

Une des parties les plus ingénieuses de l'instrument est le mode d'encrage obtenu par capillarité.

La tige de la palette se termine par une fourchette, sur les branches de laquelle sont articulés deux petits leviers dont une extrémité est munie d'une pince ou plume dans laquelle est engagé un petit morceau de peau de daim, dont on affleure le bout ; la partie inférieure des pinces ou plumes plonge dans un réservoir d'encre qui imprègne la peau par un effet de capillarité. Ces différents organes, d'une légèreté extrême, sont réglés de telle sorte que les plumes s'élèvent ou s'abaissent alternativement, suivant le sens du courant, et viennent rencontrer le papier en temps opportun, suivant la verticale qui passe par l'axe de l'armature.

Le débit d'encre étant, dans ce système, proportionnel à la rapidité du travail, on peut à volonté faire varier l'épaisseur du signal. Cette propriété du procédé d'encrage permet en outre, par la combinaison de l'écriture Morse avec l'écriture Estienne, des abréviations et transformations de consonnes en syllabes. C'est ce que l'auteur appelle *sténographie.*

Nous reviendrons sur cette intéressante application qui, au dire de M. Estienne, permettrait d'augmenter de 20 pour 100 environ la rapidité de transmission.

Pour terminer, nous signalerons un petit opuscule intitulé : *Étude sur les transmissions télégraphiques*, publié par M. Estienne, lors de l'Exposition d'électricité de Paris, en 1881, et dans lequel l'auteur démontre la nécessité de remplacer, par un moyen pratique, le comptage des mots dans les télégrammes.

Le moyen proposé est très simple : il consiste à diviser une dépêche par série de cinq mots, séparées par un signal spécial, tel qu'une barre fortement accentuée, que le système permet d'obtenir par un simple contact prolongé.

Si l'on se rappelle que le nombre de mots que les télégra-

Digitized by Google

phistes ont à compter annuellement dépasse deux milliards, on comprendra aisément que le procédé proposé faciliterait considérablement la tâche du télégraphiste et permettrait également au public de vérifier : 1° si le nombre des mots d'un télégramme est exact ; 2° en cas d'omission, de constater la lacune et de préciser le point défectueux dans la phrase. A ce titre, l'innovation a une importance capitale, car elle apporterait dans les transactions faites télégraphiquement une garantie qui n'existe pas avec les procédés actuels.

Le système Estienne est à l'essai depuis plusieurs mois en Autriche et en Allemagne ; des essais vont également être tentés prochainement en Suède et en Hollande. L. Chenut.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Le brevet Gramme. — Le brevet anglais de la machine Gramme expire le 8 juin prochain. Les journaux spéciaux ont annoncé, depuis quelque temps, que la Compagnie exploitant ce brevet en Angleterre était en instance pour en obtenir la prolongation, et cette cause devait en effet venir devant la Commission judiciaire du Conseil privé le 2 avril courant.

La Compagnie en question ne donne pas suite à ses premières intentions et retire sa pétition, de sorte que le brevet en question tombera dans le domaine public à l'époque précitée.

Nous ne savons à quels motifs doit être attribué l'abandon de la demande en prolongation, mais nous croyons que la Compagnie demanderesse a agi sagement et s'est évité de grands frais de procédure en agissant de la sorte. Nous n'avons jamais vu bien clairement sur quels motifs une telle demande pouvait s'appuyer. La loi indique clairement que des prolongations dans la durée des brevets pourront être accordées aux inventeurs qui n'auraient pas retiré une rémunération suffisante de leur invention. Cet argument ne pouvait s'appliquer au cas qui nous occupe, puisque l'inventeur, à l'origine, avait vendu son brevet et en avait touché le prix. Ce brevet, après bien des vissicitudes, et après avoir été racheté et revendu par plusieurs maisons de commerce et Compagnies successives, était enfin tombé entre les mains de la Compagnie actuelle qui l'exploite depuis un peu plus de cinq années.

Digitized by Google

L'inventeur, dans ces conditions, était complètement désintéressé de la question et la Chambre des lords ne pouvait être saisie d'une affaire toute commerciale et de spéculation. L'ère des machines dynamo-électriques à bon marché va, selon toute probabilité, commencer à l'expiration dudit brevet. La concurrence aidant, il faut s'attendre à voir le prix des machines Gramme diminuer considérablement et celui des autres systèmes suivre le mouvement. Ce résultat ne pourra qu'être favorable au développement des industries électriques.

Éclairage électrique. — L'industrie de l'éclairage électrique est maintenant entrée, en Angleterre, dans la période des affaires sérieuses, et les applications journalières sont en quelque sorte innombrables.

De tous côtés, ce ne sont que nouvelles installations, et celles-ci diffèrent de la majorité de celles dont nous avons eu déjà à parler en ce sens qu'elles ne constituent pas des expériences à sensation, elles doivent être permanentes, et sont le prélude d'installations plus importantes.

Le Bethnal Green Museum, une succursale du South Kensington Museum, vient d'être éclairé électriquement au moyen de 24 lampes à arc système Pilsen, et de 300 lampes à incandescence.

Le South Kensington Museum lui-même, dont nous avons plusieurs fois parlé dans ces colonnes, doit étendre l'éclairage de ses galeries au moyen de la lampe-soleil, l'administration de ce musée permettant à la Compagnie exploitant ce système d'installer ses lampes partout où elle le jugera convenable ou avantageux, et se réservant d'installer des foyers à incandescence dans tous les autres endroits non éclairés par ladite Compagnie. Lorsque ce projet sera mis à exécution, ce qui ne demandera guère moins d'une année, cet immense musée sera entièrement éclairé à l'électricité ; l'on peut estimer déjà que cet éclairage ne comprendra guère moins de 250 lampes-soleil et 4000 foyers à incandescence.

L'installation de l'éclairage électrique des immenses bâtiments de l'Exposition internationale d'hygiène, laquelle doit être inaugurée le 8 mai prochain, se poursuit avec une très grande activité, et cet éclairage promet d'être plus important que celui de l'année dernière dont nous avons déjà parlé à propos de l'Exposition des pêcheries.

Comme l'année dernière, les constructeurs, Davey, Paxman et Cᵒ, de Colchester, fournissent la puissance motrice; la maison Henley a obtenu la fourniture exclusive du câble, lequel sera isolé à l'ozokerite.

La Tour de Londres, ce vieil édifice qui date du onzième siècle, a dû subir la loi du progrès : l'arsenal et les chambres d'armures historiques viennent d'être éclairés au moyen de lampes à arc Pilsen ; les

Digitized by Google

abords ainsi que les escaliers sont éclairés au moyen de lampes Edison. Il ne peut faire l'ombre d'un doute, pour quiconque a visité ce sombre établissement, que cet éclairage ne constitue une immense amélioration.

Le navire de guerre brésilien *Riachuelo* construit par la maison Samuda, de Londres, vient d'être pourvu d'un éclairage électrique complet. Cette installation, faite par la maison Siemens Brothers, ne comprend rien moins que 270 lampes Swan de 20 candles distribuées dans toutes les parties du navire, 16 lampes Swan de 40 candles, et deux foyers à arc d'une puissance de 25 000 candles chacun, pour explorer l'horizon.

MM. Siemens viennent de compléter une installation analogue à bord du *Massilia*, navire de la Compagnie péninsulaire et orientale. Cet éclairage comprend 250 lampes Swan de 20 candles.

La Corporation de la ville de Leeds vient d'adjuger à MM. Paterson et Cooper, l'éclairage de la portion des nouveaux bâtiments municipaux comprenant la bibliothèque et ses dépendances. Cet éclairage se composera de 284 foyers à incandescence Swan de 20 candles.

Le *Criterion*, théâtre souterrain fermé par autorité du Metropolitan Board of Works comme dangereux pour le public en cas d'incendie, vient de rouvrir après avoir effectué les modifications exigées. Dans l'intervalle, l'éclairage électrique a été installé dans toutes ses parties et le gaz est entièrement banni de l'établissement.

La Compagnie Brush, qui est occupée actuellement à installer un éclairage électrique complet à bord du navire de guerre *Colossus*, vient de recevoir de l'amirauté la commande d'autres installations analogues à bord de trois autres navires de guerre. Chaque installation comprend 200 foyers de 20 candles, et la production électrique doit être de telle nature que cet éclairage ou un seul foyer d'exploitation puissent être substitués à volonté l'un à l'autre.

La Chambre des communes, qui est éclairé en partie électriquement depuis un an à titre d'expérience, doit voir son éclairage étendu à toutes les autres parties de l'établissement.

Nous arrêterons ici cette nomenclature en faisant remarquer que l'éclairage électrique des trains de chemin de fer et des navires est à l'ordre du jour. Le journal *Engineering*, dans ses numéros des 11 et 18 avril, donne deux articles très intéressants, dont un illustré, sur la question de l'éclairage électrique à bord des navires, en même temps qu'un historique de la question. En ce qui concerne l'éclairage des trains, de nombreux et intéressants essais ont lieu journellement, et la question d'une solution convenable fait l'objet de vifs débats parmi les spécialistes.

Plusieurs moyens se présentent ayant chacun leurs mérites parti-

Digitized by Google

culiers ; lorsque le plus pratique sera trouvé par l'expérience, il devra en outre, pour être adopté, remplir un programme considéré comme indispensable pour l'éclairage pratique des trains et procurer une économie sur les procédés et moyens actuels.

Il ne faut pas perdre de vue que les wagons d'une Compagnie quelconque circulent sur les réseaux d'autres Compagnies et peuvent, dans la composition des trains, être mélangés diversement ; que les trains ne peuvent se composer d'un groupe de wagons attachés les uns aux autres d'une façon permanente, mais sont constamment composés et décomposés suivant les exigences d'un trafic toujours très compliqué.

Ces conditions conduisent à un système tel que l'éclairage de chaque wagon soit complet par lui-même, et parfaitement indépendant.

Dans certains essais qui ont eu lieu, les wagons étaient définitivement accouplés pour la durée des expériences, et l'éclairage se faisait au moyen d'une dynamo actionnée par un moteur alimenté soit par une chaudière indépendante, soit par la chaudière de la locomotive ; dans ce cas, le sectionnement du train devient impossible sans plonger une partie des voyageurs dans l'obscurité. L'éclairage du train Pullman-Cars circulant depuis deux ans entre Londres et Brighton, quoique alimenté par des accumulateurs, est aussi sujet à la même objection, le train étant composé une fois pour toutes et jamais sectionné.

Dans d'autres essais, les dynamos étaient commandées par les essieux même des wagons. Comme l'arrêt du train entraînait l'arrêt de l'éclairage, on devait avoir recours à des accumulateurs dont le courant était utilisé pendant la période d'arrêt. Ce système assez compliqué ne se prête pas non plus au sectionnement du train. Enfin l'on a eu recours à divers systèmes de piles primaires, mais jusqu'ici, l'on a, avec ces appareils, perdu en complications, main-d'œuvre et prix de revient ce que l'on gagnait en indépendance.

Les Compagnies de chemins de fer paraissent tout aussi anxieuses que les inventeurs pour la réussite d'une combinaison leur permettant d'adopter l'éclairage électrique des trains, et dès qu'on aura une solution favorable, l'industrie de l'éclairage électrique y trouvera un nouveau débouché et un champ très vaste à exploiter.

Contentieux. Une action vient d'être intentée par la *Jablochkoff Electric light and Power C°* contre les propriétaires actuels du *Lyceum Theatre* d'Édimbourg, et le cas venait le 11 courant, devant la Cour de Session de cette ville. Un traité avait été passé entre l'administration de ce théâtre et la *Electric Carbon Storage and Apparatus Manufacturing C° of Scotland*, le devis de cette dernière compagnie au long titre s'élevant à 33 400 francs. Cette Compagnie ayant, comme beau-

Digitized by Google

coup d'autres du reste, été rejoindre un monde meilleur, la *Jabloch-koff C°* s'est substituée à la Compagnie défunte, ce qui ne l'empêche pas de réclamer 43 306 fr. 65, somme que l'administration du théâtre se refuse à payer. L'administration ajoute, de plus, que le payement ne pouvait être exigé qu'en effets, et à l'expiration de douze mois seulement, et, de plus, que le fonctionnement de l'installation n'a pas donné satisfaction et que celle-ci peut à peine être considérée comme complète. Ladite administration a le plus grand désir de remplir tous ses engagements et est prête à souscrire les effets dès que les défauts auront été réparés. Dans une prochaine séance la Compagnie Jablochkoff doit présenter ses arguments en réplique.

La *Lancashire Maxim-Weston Electric C°*, dans une assemblée d'actionnaires tenue récemment, a décidé, l'état de ses finances ne lui permettant pas de continuer ses affaires, de liquider volontairement. Comme on le voit, le procédé d'épuration — j'allais écrire de purification — continue.

La *British Insulite C°*, une Compagnie formée pendant la période de rage électrique pour l'exploitation d'un isolant qui devait faire merveille, vient d'avoir une assemblée d'actionnaires orageuse. Un appel de fonds de 25 francs par action était proposé. De l'aveu du président, la Compagnie doit une somme considérable à ses banquiers, et un actionnnaire exprime l'opinion que la Compagnie n'est rien moins qu'à l'état de faillite. Tout semble indiquer que cette Compagnie ira en rejoindre tant d'autres dans le royaume des élus.

Ager contre la Compagnie de navigation *Peninsular and Oriental.* M. Ager est l'inventeur et éditeur d'un code télégraphique très ingénieux. Les mots composant ce code sont extraits des huit langages autorisés dans le style télégraphique, savoir : français, italien, anglais, latin, allemand, portugais, espagnol et hollandais.

La Compagnie défenderesse s'étant procuré, pour la somme de 126 fr. 25 un exemplaire de l'ouvrage en question, a fait imprimer l'ouvrage avec des notes marginales explicatives et en a distribué les exemplaires parmi son personnel, pour servir aux besoins de la Compagnie. M. Ager ayant attaqué la Compagnie en contrefaçon de ses droits d'auteur, ladite Compagnie a plaidé en justification que l'usage qu'elle avait fait de l'ouvrage de M. Ager était parfaitement légitime, attendu que le code ne pouvait être compris sans les notes explicatives qu'elle avait ajoutées, et que cet ouvrage n'ayant été reproduit que pour son usage privé, cette reproduction était légitime.

Malgré cette défense, le juge a décidé qu'il y avait infraction des

Digitized by Google

droits de l'auteur et condamné la Compagnie à la saisie de tous les ouvrages restant en sa possession, à des dommages à estimer ultérieurement et aux frais.

La *United Telephone C°* vient d'intenter un procès à MM. Hovenden, les parfumeurs connus de Berners Street pour payement dû en avance pour l'installation de deux apppareils téléphoniques.

MM. Hovenden désiraient avoir un fil privé entre leur magasin de *Berners Street* et leur établissement de la City. L'administration des téléphones les a persuadés, au lieu de dépenser 875 fr. (£ 35) pour l'établissement d'un fil privé, de relier chacun de leurs établissements avec un bureau téléphonique, ce qui leur coûterait 1000 fr. (£ 40), mais leur donnerait, en outre de l'équivalent d'un fil privé, l'avantage de la communication avec les autres abonnés. Les intéressés ont consenti, mais, en pratique, trouvant qu'on leur coupait la communication avant qu'ils aient fini de parler, ils ont refusé de payer disant qu'ils n'avaient pas ce qu'ils avaient demandé. Malgré leurs justes réclamations, ils ont été condamnés à payer les douze mois d'avance pour lesquels ils avaient souscrits et les frais, le juge expliquant qu'ils avaient leur recours contre la Compagnie s'ils considéraient ne pas avoir ce pourquoi ils avaient contracté.

Le rendement des machines dynamo-électriques. — Dans son discours d'inauguration, le professeur W.-G. Adams, président de la *Society of Telegraph Engineers and Electricians*, a annoncé qu'il avait le plaisir de pouvoir mettre sous les yeux de son auditoire le tableau des résultats des essais faits sur plusieurs types de machines dynamo-électriques, à l'Exposition d'électricité de 1881-1882 du Palais de Cristal.

Ce tableau, qui rend compte d'essais sur les machines Gramme A, B, H; les machines Brush; Bürgin B, C, C_2; Edison Z, armature en fil et armature en barre; Maxim (excitée par une petite Maxim); Weston; Arago, etc., est des plus intéressants, et nous en recommandons la lecture à nos lecteurs. Il a été publié dans tous les journaux techniques anglais vers la fin de mars.

Le chemin de fer électrique de Brighton. — Ce chemin de fer, qui avait été détruit par une tempête l'hiver dernier, a été rétabli sur de nouveaux plans, et vient d'être inauguré récemment. Il a le plus grand succès auprès des excursionnistes dont cette ville est constamment remplie, et le lundi de Pâques, n'a pas transporté moins de 2000 curieux. Il a un peu plus de 1600 mètres de long.

J.-A. Berly.

Digitized by Google

LA DÉTERMINATION DE L'OHM

A l'heure où paraîtront ces lignes, la première Commission du Congrès international des électriciens aura probablement terminé son œuvre. En effet, dans sa septième et dernière séance tenue à Paris le 5 octobre 1881, sous la présidence de M. Ad. Cochery, Ministre des postes et des télégraphes, le congrès a émis le vœu que le gouvernement français veuille bien inviter les autres gouvernements à constituer trois Commissions internationales chargées d'étudier et de résoudre certaines questions. La première Commission avait à résoudre la question suivante :

Déterminer par de nouvelles expériences, pour la pratique, la longueur de la colonne de mercure de 1 millimètre carré de section qui, à la température de zéro degré centigrade, représentera la valeur de l'ohm.

Depuis la décision du Congrès, différents expérimentateurs ont effectué cette détermination par des méthodes variées, et les résultats obtenus concordent d'une façon très remarquable, surtout ceux des dernières années, ainsi que l'indique le tableau suivant que nous empruntons au résumé d'expériences sur la détermination de l'ohm et de sa valeur en colonne mercurielle par MM. Mascart, F. de Nerville et R. Benoit.

La colonne 3 donne la valeur de l'unité mercurielle ou unité Siemens (U. S.) rapportée à l'ohm, c'est-à-dire la résistance en ohms d'une colonne de mercure pur à zéro degré centigrade ayant 1 mètre de longueur et 1 millimètre carré de section.

La colonne 4 fait connaître la valeur de l'unité établie par l'Association britannique en 1865 et désignée par le symbole B. A. U., par rapport à la valeur réelle de l'ohm défini comme étant égale à 10^9 unités C. G. S., d'après les nouvelles déterminations faites depuis 1865.

La colonne 5 donne la longueur de la colonne de mercure d'un millimètre carré de section dont la résistance est de 1 ohm.

Il résulte des chiffres du tableau que la valeur de l'ohm est sensiblement égale à celle d'une colonne de mercure pur à zéro degré centigrade ayant un millimètre carré de section et 106 centimètres de longueur.

Digitized by Google

DATES. 1.	NOMS DES EXPÉRIMENTATEURS. 2.	VALEUR EN OHM DE L'UNITÉ MERCURIELLE. 3.	VALEUR EN OHM DE L'UNITÉ B. A. U. 4.	LONGUEUR DE LA COLONNE DE MERCURE. 5.
1865	Association britannique	»	1,0000	104,83
1873	Lorenz	0,9337	»	107,10
1874	F. Kohlrausch	0,9442	»	105,91
1877	H. F. Weber	0,9545 0,9554	» »	104,76 104,67
1878	Rowland	»	0,9911[1]	105,79
1881	L. Rayleigh et Schuster	»	0,9893[1]	106,00
1882	Dorn	0,9482	»	105,46
1882	H. Weber	»	0,9877[1]	106,16
1882	Glazebrook et Sargant	»	0,9863	106,29
1882	L. Rayleigh	»	0,9865	106,27
1883	L. Rayleigh et Sidgwick	»	0,9868	106,24
1883	Wild	0,94597 0,94627	» »	105,711 105,678
1883	Mascart, de Nerville et Benoit	0,9405	0,9861	106,33

[1] Ces trois nombres ont été réduits en prenant 0,9537 pour valeur en B. A. U. de l'unité mercurielle.

Il en résulte aussi que l'ohm de l'Association britannique, l'étalon B. A. U. (*British Association Unity*), avec lequel toutes les boîtes de résistance ont été construites jusqu'ici, est trop faible de 1,3 pour 100 environ.

Si, comme il y a lieu de l'espérer en présence de la concordance des résultats, la Commission des unités prend une décision et fixe invariablement la valeur de l'ohm, il n'y aura plus qu'à construire les nouvelles boîtes conformément au nouvel étalon ; quant aux anciennes boîtes, il suffira d'affecter les résultats qu'elles fournissent d'un coefficient de correction pour faire concorder les mesures avec la nouvelle unité de résistance.

Cette correction ne sera même nécessaire que pour les mesures de précision, car l'erreur de 1 pour 100 est le plus souvent négligeable industriellement.

Nous espérons aussi que la Commission prendra une décision relativement à la création du *laboratoire central d'électricité* institué par décret du 24 février 1882, et dont on n'a plus entendu parler depuis cette époque.

La somme de 325 000 francs disponible sur les bénéfices de l'Exposition d'électricité attend encore son emploi. Nous aimons à croire que la Commission usera de toute son autorité et de toute son influence pour hâter la solution.

Digitized by Google

PARALLÈLE AU POINT DE VUE DE L'HYGIÈNE ENTRE L'ÉCLAIRAGE AU GAZ ET LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE

PAR M. MAX VON PETTENKOFER

Sur le désir exprimé par la *Société Edison* et le docteur *Ernst Voit*, des expériences ont été faites au théâtre royal de Munich, *Residenz-Theater*, en vue de déterminer l'élévation de température et le dégagement d'acide carbonique provenant de l'éclairage au gaz et à la lumière électrique, avant et pendant les représentations.

Avant la représentation, lors des expériences, il n'ya vait guère plus de 10 à 15 personnes tant sur la scène que dans la salle, le rideau était levé, et toutes les lampes de la scène et de la salle sont restées allumées pendant une heure. La température était observée de cinq en cinq minutes simultanément au parterre, à la première et à la troisième galerie.

Pendant les représentations, la caisse annonçait chaque fois en moyenne 500 à 600 personnes dans la salle; le thermomètre était observé toutes les dix minutes.

La température s'est élevée, dans les deux cas, d'une façon très sensiblement continue depuis le commencement (minimum) jusqu'à la fin (maximum). Nous donnons le chiffre de ces minima et maxima et leur différence dans le tableau ci-contre (page 308).

Il ressort de ce tableau que la température s'élève très peu pour l'éclairage électrique relativement à l'élévation de température due à l'éclairage au gaz. Il est naturel que cette différence ne soit pas aussi grande avant la représentation, car lorsque la salle est occupée, en dehors de la chaleur développée par les spectateurs et les acteurs, il faut tenir compte de diverses perturbations. Avant le lever du rideau, la salle seule est éclairée complètement; le rideau levé, l'éclairage de la salle est diminué, celui de la scènè dépend des exigences de la pièce; pendant l'entr'acte, c'est de nouveau l'éclairage de la salle qui domine; il est assez difficile de tenir compte de pareilles variations.

Pour un parallèle rigoureux, il faut donc s'en tenir aux observations faites avant la représentation. Il en résulte que l'élévation de température à la 3e galerie est 10 fois plus grande (9,2 : 0,9) pour le gaz que pour la lumière électrique. Ces différences diminuent naturellement au fur et à mesure que l'on descend.

Digitized by Google

	ÉCLAIRAGE AU GAZ						ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE					
	AVANT LA REPRÉSENTATION — TEMPÉRATURE EXTÉRIEURE 11°,8 2 mai 1883.			PENDANT LA REPRÉSENTATION — TEMPÉRATURE EXTÉRIEURE 11°,5 6 mai 1883.			AVANT LA REPRÉSENTATION — TEMPÉRATURE EXTÉRIEURE 17°,6 29 mai 1883.			PENDANT LA REPRÉSENTATION — TEMPÉRATURE EXTÉRIEURE 15° 10 juin 1883.		
	Parterre.	1re galerie.	3e galerie.	Parterre.	1re galerie.	3e galerie.	Parterre.	1re galerie.	3e galerie.	Parterre.	1re galerie.	3e galerie.
Maximum.	15,2	16,2	16,2	16,0	16,8	21,6	16,6	17,2	17,6	17,6	18,0	18,8
Minimum.	16,5	19,4	25,4	22,2	23,4	29,0	16,9	18,0	19,6	19,6	21,2	23,0
DIFFÉRENCE. . . .	1,3	3,2	9,2	6,2	6,6	7,4	0,3	0,8	2,0	2,0	3,2	4,2
CONTENANCE D'ACIDE CARBONIQUE EN MÈTRES CUBES PAR 1000 MÈTRES CUBES D'AIR												
Au commencement	0,39	0,53	0,36	»	»	»	0,41	0,44	»	»	»	»
A la fin	0,63	1,01	2,02	»	»	»	0,50	0,47	0,66	»	»	»
DIFFÉRENCE. . . .	0,24	0,48	1,66	»	»	»	0,09	0,03	»	»	»	»

Il faut remarquer en outre que la température extérieure lors de l'éclairage au gaz était plus basse que celle qui avait été observée lors de l'éclairage électrique, ce qui était un désavantage pour l'électricité.

Pour ce qui regarde l'acide carbonique, on peut seulement dire que, la salle étant supposée vide, la quantité de gaz carbonique provenant principalement de la combustion du gaz augmente d'une façon marquée comme la température.

	Par 1000.
Au commencement de l'expérience, l'air contenait dans la salle, en nombre rond	0,4
Après une demi-heure d'éclairage au gaz, au parterre	0,5
— à la 1re galerie	1,1
— à la 3e galerie	1,4
Après une heure d'éclairage au gaz, au parterre	0,6
— à la 1re galerie	1,0
— à la 3e galerie	2,0
Pour l'éclairage électrique, au commencement	0,4
Après une heure d'éclairage, au parterre	0,5
— à la 1re galerie	0,5
— à la 3e galerie	0,6

Comme, d'après Edison, l'éclairage électrique ne dégagerait pas de traces d'acide carbonique, il faut admettre que la constatation de cette petite augmentation est due probablement à l'air expiré par les ouvriers et les expérimentateurs.

La salle étant occupée, on devait s'attendre à une différence aussi remarquable entre les deux éclairages au point de vue de la production de l'acide carbonique.

Dans ce cas, le maximum d'acide carbonique observé était :

Pour le gaz, de	2,3 par 1000.
Pour l'électricité, de	1,8 —.

Cette anomalie n'est qu'apparente. La production d'acide carbonique résulte en effet de deux causes qui n'agissent pas dans les mêmes conditions : de la combustion du gaz et de la respiration des acteurs et des spectateurs. Or les échanges d'air qui s'établissent entre la salle et la scène pendant la représentation et dans l'entr'acte sont difficiles à comparer ; en outre, la ventilation dépend de la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur, du nombre de fois que l'on ouvre et l'on ferme les portes des loges. Dans l'éclairage électrique, à une faible différence de température entre la salle et l'air extérieur correspond une faible oscillation et l'air vicié, par la respiration ne se perd pas dans la masse comme dans l'éclairage au gaz. La ventilation est plus active dans l'éclairage au gaz, c'est pourquoi la différence des températures produites par l'éclairage au gaz et à l'électricité n'est pas aussi grande pendant la représentation qu'avant.

Digitized by Google

On peut donc tirer deux conclusions des expériences précédentes : 1° l'éclairage électrique diminue dans de fortes limites l'élévation de température ; 2° il ne rend pas la ventilation superflue, mais il exige une ventilation moins active que l'éclairage au gaz, puisqu'elle n'a pour but que de renouveler l'air vicié par la respiration, tandis que dans l'éclairage au gaz elle est encore chargée d'expulser les produits de la combustion et de combattre l'excès de chaleur.

(*Centralblatt für Elektrotechnik.*)

TRANSMISSION TÉLÉPHONIQUE SANS RÉCEPTEUR

On se rappelle à l'aide de quel artifice ingénieux M. Dunand était parvenu, en 1881, à faire *parler* le condensateur qui, dans les expériences de MM. Pollard et Garnier, ne pouvait que *chanter*. M. Dunand obtenait ce résultat en *chargeant* le circuit induit de la bobine d'induction avec une dizaine d'éléments Leclanché montés en tension.

M. Giltay est arrivé à réduire le condensateur à sa plus simple expression, et nous sommes même parvenu à le supprimer complètement dans les expériences faites à l'Observatoire pendant les séances de Pâques de la Société française de physique.

L'expérience de M. Giltay n'est autre chose que le condensateur parlant de M. Dunand sans condensateur. Un coup d'œil sur la figure ci-contre suffit pour se rendre compte du montage de l'expérience.

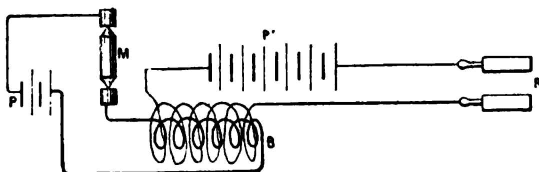
Le système de transmission comprend deux circuits distincts : le premier constitué par une pile P de 2 à 3 éléments Leclanché à surface, ou même encore d'un ou deux accumulateurs petit modèle, un transmetteur téléphonique Ader M et le *fil inducteur* d'une petite bobine d'induction B dont on a préalablement calé le trembleur. Le second circuit se compose du fil induit de la bobine B, d'une pile P′ formée de 10 à 12 éléments Leclanché et d'une ligne dont les extrémités se terminent en R par deux poignées d'électro-médicaux ordinaires.

Une fois ce montage établi, voici en quoi consiste l'expérience de M. Giltay. Lorsqu'on parle ou qu'on chante devant le transmetteur M, et que deux personnes A et B gantées d'une main saisissent chacune une des poignées R avec la main non gantée, il suffit que A applique sa main gantée sur l'oreille de B, ou réciproquement, ou même simultanément, pour que A, ou B, ou A et B simultanément, entendent une voix sortir du gant.

Digitized by Google

Dans ces conditions, l'expérience de M. Giltay s'explique comme pour le condensateur parlant de Dunand : la main de A et l'oreille de B constituent les armatures d'un condensateur élémentaire dans lequel le gant joue le rôle de diélectrique.

En répétant l'expérience de M. Giltay au laboratoire de l'École de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris, et en la variant dans ses dispositions, on a pu remplacer le gant par une simple feuille de papier ordinaire ou paraffiné ; puis deux personnes A et B, tenant en main les poignées R et appliquant l'oreille l'une contre l'autre en interposant une feuille de papier, ont pu entendre des airs et des paroles sortir de la feuille de papier. L'on est parvenu enfin à supprimer entièrement la feuille de papier, c'est-à-dire le diélectrique et à entendre *directement*, en se contentant d'intercaler l'auditeur ou les auditeurs dans le circuit. Une des formes les plus curieuses de l'expérience consiste à former une chaîne de trois personnes A, B et C. La troisième personne C *entend parler les mains* de



Transmission téléphonique sans appareils récepteurs.

A et de B lorsqu'on constitue un circuit à l'aide des trois personnes, A, B et C, A et B tenant chacune un des fils du circuit et appliquant la main restée libre sur l'oreille de l'auditeur C. On peut même, — mais l'expérience réclame beaucoup de silence et ne pouvait être faite à l'Observatoire, — faire une sorte de chaîne téléphonique dans laquelle cinq à six personnes peuvent entendre à la fois, A mettant la main sur l'oreille de B qui met la main sur l'oreille de C, et ainsi de suite jusqu'au dernier qui ferme le circuit en saisissant l'une des poignées, l'autre poignée étant tenue par A.

Il est difficile, dans l'état actuel de la science, d'expliquer bien nettement comment s'effectuent ces transmissions téléphoniques sans récepteur. Tout ce qu'on en peut conclure jusqu'ici, c'est que l'oreille est un instrument d'une incomparable délicatesse et d'une exquise sensibilité, puisqu'elle perçoit les vibrations dans lesquelles l'énergie mise en jeu, dans la chaîne téléphonique en particulier, est d'une faiblesse excessive. E. H.

Digitized by Google

LE BUREAU CENTRAL DES TÉLÉGRAPHES

Ce Bureau prend de plus en plus d'extension, les nombreuses créations de bureaux et les réductions de taxes faites depuis 1878, par M. Cochery, ayant considérablement augmenté les correspondances télégraphiques. Un nouveau bâtiment va être commencé pour ajouter une grande salle de manipulation au bout des deux qui existent actuellement.

C'est devenu une véritable usine, bourdonnante, pleine de bruits saccadés et de carillons de sonneries; elle a sa haute cheminée et ses machines à vapeur. Une machine de 60 chevaux et 2 de 30, installées dans les sous-sols, peuvent être employées à l'éclairage électrique et à la mise en mouvement des appareils télégraphiques; dans le jour, une machine de 30 chevaux fonctionne seule pour actionner les 3 pompes refoulant de l'eau à 4 atmosphères et demie dans les 150 turbines Humblot, qui commandent les appareils Hughes et Baudot; ce travail exige 10 chevaux environ; le soir, on ajoute une seconde machine de 30 chevaux pour faire tourner 10 dynamos Gramme, type d'atelier, alimentant chacune 3 régulateurs électriques Cance; la machine de 60 chevaux sert le soir seulement et lorsqu'une des deux autres est dérangée.

Les salles de manipulation occupent deux étages : l'entresol n'est pas assez élevé, son plafond n'est qu'à $3^m,10$ du plancher. Dans ces conditions, l'éclairage électrique était difficile, les foyers se trouvant trop près des employés; il aurait fallu mettre des globes très épais; on a trouvé préférable d'adopter le procédé employé par M. Jaspar, à l'Exposition de 1881, qui consiste à projeter la lumière sur un écran circulaire qui la répand en lumière diffuse; on y perd en intensité. Cette salle contient 200 appareils Morse et 30 appareils Hughes, desservis par des dames.

Au premier étage, 2 salles de $7^m,50$ de hauteur ayant ensemble 42 mètres de longueur sur 13 de largeur, sont éclairées par 20 lampes Cance, qui remplacent 130 becs de gaz. La lumière est plus répandue, plus vive et il fait moins chaud. Un grand nombre d'appareils prennent place dans ces deux salles. Dans la plus grande se trouvent 100 appareils Hughes, communiquant avec les principales villes d'Europe : Amsterdam, Anvers, Bâle, Berlin, Berne, Brégenz, Bruxelles, Cologne, Florence, Francfort, Genève, Londres, Madrid, Milan, Péra, Rome, Turin, Vienne, et avec les préfectures et les autres villes

Digitized by Google

importantes de France; il s'y trouve en outre un quadruple Meyer, en relation avec Caen et Cherbourg par le même fil, et un Wheatstone simple avec Frédéricia (Danemark), à travers le câble de Calais à Fano, qui a une longueur de 377 milles marins; à Calais, un relais placé à l'entrée du câble est surveillé par un télégraphiste qui inverse ses communications chaque fois que le sens de la transmission change. L'autre salle est réservée aux appareils rapides; nous y voyons en activité cinq Baudot multiples, desservant : Marseille en sextuple avec relais à Lyon, Bordeaux, le Havre et Lille en quadruple, et un Baudot duplex sur Brest.

13 tubes pneumatiques y fonctionnent; ils sont en relation avec les différents réseaux circulant dans Paris. Une usine établie avenue de Breteuil, fournit l'air comprimé et le vide au bureau central. B.

LE RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE

DE LA SOCIÉTÉ GÉNÉRALE A PARIS AU 31 DÉCEMBRE 1883

M. Cael vient de publier à ce sujet, dans les *Annales télégraphiques*, une note très intéressante de laquelle nous extrayons les renseignements suivants :

Le nombre des abonnés desservis au 31 décembre 1883 était de 3039, soit 692 en plus qu'en 1882; ces 3039 abonnés sont répartis entre 12 bureaux; le bureau le plus chargé, celui de l'avenue de l'Opéra, dessert 603 abonnés; le moins chargé, celui de la rue Lecourbe, à Grenelle n'en compte que 50. Tout le service se fait à circuit métallique ou à double fil; le réseau comprend 6021 kilomètres de lignes, soit plus de 12 000 kilomètres de fil presque tous souterrains, car les sections aériennes ne comprennent que 120 kilomètres de ligne, sur lesquelles près de 100 kilomètres sont des lignes extérieures.

Le réseau souterrain est construit au moyen de câbles sous plomb à 2 ou 14 conducteurs. Les câbles à 14 conducteurs forment le tronçon principal d'un réseau partiel de 7 abonnés, chez lesquels il se ramifie au moyen de câbles à deux fils.

Après bien des études et bien des essais, des considérations économiques et l'obligation de ne pas occuper une trop grande place dans les égouts ont amené à adopter définitivement un type dont voici la spécification :

Digitized by Google

L'âme est formée d'un toron de trois brins de fil de cuivre de 0,5 millimètre ; elle est revêtue d'une couche de gutta-percha portant son diamètre à 2,5 millimètres. Le tout est enveloppé d'un guipage de coton et d'une gaine de plomb. Le diamètre total, plomb compris, est de 6 millimètres pour le câble à deux fils et de 18 millimètres pour le câble à 14 conducteurs.

Chaque fil doit présenter un isolement, à 14 degrés centigrade et dans l'eau, de 25 mégohms par kilomètre, et la résistance électrique de l'âme ne doit pas dépasser 30 ohms par kilomètre.

L'emplacement concédé par la ville de Paris est, en hauteur, de 30 centimètres dans les égouts de grand type et de 15 centimètres dans ceux de petite dimension; dans les deux cas, il faut que la saillie ne soit pas de plus de 7 centimètres.

On peut loger dans ces espaces de 18 à 44 câbles à 14 fils, soutenus par des équerres de scellement de une à trois branches.

Le maximum des lignes qui peuvent arriver à un bureau donné, dans une branche d'égout donnée, se trouve donc ainsi fixé à 308, ce qui impose l'emploi de bureaux auxiliaires.

Les dérangements survenus en 1883, au nombre de 400 environ, se partagent sensiblement par moitié entre les lignes en égouts, établies et entretenues par l'administration des postes et des télégraphes et les lignes établies chez les abonnés et à l'intérieur des bureaux.

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 31 mars 1884.

M. le Ministre des postes et télégraphes transmet à l'Académie le relevé des coups de foudre observés en France, pendant le second semestre de l'année 1883. (Renvoi à la Commission des paratonnerres.)

Sur une modification apportée aux câbles conducteurs pour paratonnerres. — Note de M. A. Callaud. (Extrait.) — (Renvoi à la Commission des paratonnerres).

Les câbles conducteurs, tels que je les ai faits jusqu'ici pour l'administration de la Guerre, sont enterrés dans des augets creusés dans

Digitized by Google

de la terre; ils sont entourés de coke. On y laisse pénétrer l'humidité, afin quelle serve à la conductibilité du conducteur. Cette disposition, rationnelle quand le câble est intact, peut être défectueuse si l'oxydation attaque le cuivre du conducteur. J'ai tenté de remédier à cet inconvénient, par la disposition suivante :

J'entoure chaque fil du câble de chanvre imprégné de céruse ou de minium; je les câble en cet état, par torons de cinq fils, en plaçant au centre une âme en cuivre non protégée (il n'en est pas besoin puisqu'elle est entourée de fils garantis de l'humidité). Quand le conducteur est câblé, je roule une bande de toile imprégnée de céruse ou de minium, qui recouvre le tout et fait un préservatif complet.

M. A. Chervet présente une note sur la *Distribution du potentiel dans une plaque rectangulaire, traversée par un courant électrique dont le régime est permanent.*

Sur le phénomène du transport des ions *et sa relation avec la conductibilité des dissolutions salines.* — Note de M. E. Bouty, présentée par M. Jamin.

Dans deux notes antérieures, j'ai étudié la conductibilité électrique d'un grand nombre de sels neutres, anhydres ou hydratés, en dissolution très étendue, et j'ai démontré qu'ils possèdent tous la même conductibilité à équivalents égaux. L'électrolyse de tous ces sels présente un caractère commun, qu'il importe de mettre en évidence, pour se rendre compte de la signification de la loi que j'ai énoncée et des exceptions qu'elle comporte.

Je rappellerai d'abord en quoi consiste le phénomène bien connu du *transport des ions*. Considérons un voltamètre dont les électrodes sont très écartées et dont la construction est telle qu'on peut, après l'électrolyse, séparer les liquides qui baignent le pôle positif et le pôle négatif, pour en faire l'analyse. Quand le voltamètre contient, par exemple, une dissolution de sulfate, on trouve que la liqueur s'est également appauvrie aux deux pôles, de telle sorte que si le voltamètre a été divisé en deux moitiés égales, et si un équivalent de sel a été décomposé, il manque un demi-équivalent de sulfate de potasse de part et d'autre : à la place, on trouve un équivalent d'acide sulfurique autour du pôle positif et un équivalent de potasse libre au pôle négatif. Je désignerai une électrolyse de cette espèce sous le nom d'*électrolyse normale*.

Si, au contraire, le voltamètre contient une dissolution de nitrate de soude, on trouve que la liqueur s'appauvrit progressivement autour du pôle négatif, et, quand un équivalent de sel a été décomposé, la perte de concentration au pôle négatif correspond à 0,614 d'équi-

Digitized by Google

valent, et au pôle positif à 0,386 seulement. Hittorf[1], qui s'est particulièrement occupé de ces phénomènes, désigne ces nombres sous le nom de *nombres de transport* (*Ueberführungzahlen*) : il indique leur valeur pour un grand nombre de sels dissous à divers états de concentration, et, en particulier, pour la plupart des sels anhydres ou hydratés étudiés dans ma première note.

Il serait trop long de transcrire ici tous les résultats de Hittorf. Il suffira d'indiquer que pour les sels anhydres [(AzH^4Cl; KCl; KO,SO^3; KO,AzO^5; KO,CrO^3, etc.) l'électrolyse est très sensiblement normale, même dans les liqueurs concentrées. Les nombres de transport s'écartent à peine[2] de la valeur de 0,5 pour des concentrations voisines de $\frac{1}{200}$, et leur concordance, presque rigoureuse, deviendrait sans doute absolue pour les concentrations de $\frac{1}{1000}$ et $\frac{1}{4000}$ que j'ai employées.

Pour les sels hydratés (ou contractant avec l'eau des combinaisons définies), nous avons vu que la résistance spécifique est en général beaucoup plus grande que ne le prévoit la loi des équivalents pour les liqueurs de concentration moyenne; mais que cette loi s'approche d'autant plus d'être vérifiée que les dissolutions sont plus étendues. Il résulte des tableaux de Hittorf que ces sels donnent des nombres de transport très différents de 0,5, mais qui se rapprochent de ce nombre à mesure que la dilution augmente. Dans le tableau suivant, S représente le nombre de grammes d'eau unis à 1 gramme de sel, *n* le nombre qui exprime la perte de sel au pôle négatif par équivalent de sel décomposé :

Nature du sel.	S.	*n*.
CaCl	1,6974	0,780
	2,0685	0,771
	2,3608	0,765
	2,739	0,749
	3,9494	0,727
	20,918	0,683
	138,26	0,673
ZnO,SO^3	2,5244	0,778
	4,0518	0,760
	267,16	0,636
MgO,SO^3	5,2796	0,762
	209,58	0,656

Ces électrolyses sont donc anormales, mais s'approchent de plus en

[1] Hittorf, *Pogg. Annal.*, LXXXIX, p. 177; XCVIII, p. 1; CVI, p. 337 et 513; 1853 à 1870.

[2] Les valeurs extrêmes sont 0,565 et 0,462 pour le pôle négatif. La moyenne générale est, pour le même pôle, 0,501.

Digitized by Google

plus de devenir normales à mesure qu'on emploie des dissolutions plus étendues.

On doit conclure de ces rapprochements que la *loi des équivalents caractérise les électrolyses normales,* c'est-à-dire telles que l'électrolyse ne modifie pas la concentration relative de la dissolution autour des électrodes. Si, comme je le crois, les éléments du sel entraînent mécaniquement de l'eau, ils en entraînent des quantités égales vers les deux pôles. Il reste à savoir ce qui arrive dans le cas où l'électrolyse n'est pas normale et ne tend pas à le devenir quand la dilution augmente. En examinant les tableaux de Hittorf, j'ai trouvé quelques cas de cette espèce, nettement caractérisés. Ainsi, pour le nitrate de soude, on a :

Nature du sel.	S.	*n*.
NaO, AzO^5	2,0664	0,588
	2,994	0,600
	34,756—128,71	0,614

Le nombre *n* varie peu avec la dilution et paraît plutôt s'écarter de la valeur normale 0,5 à mesure que la dilution augmente. La comparaison de la résistance de dissolutions de nitrate de soude à des dissolutions de chlorure de potassium de même concentration m'a fourni les résultats suivants :

Concentration.	Rapport des résistances.	Rapport des équivalents.
$\frac{1}{200}$	1,489	1,141
$\frac{1}{1000}$	1,476	

La résistance spécifique varie à peine avec la dilution. Elle est à peu près égale à 1,3 fois sa valeur théorique.

Les seules substances appartenant à la catégorie des sels neutres qui m'aient offert les phénomènes du nitrate de soude sont : les sels de lithine ; le chlorure de sodium ; les nitrates de baryte et de chaux ; les iodures de sodium et de calcium.

Pour ces divers sels, l'électrolyse est anormale d'après les recherches de Hittorf et celles de M. Kuschel [1], et l'écart que je constate par rapport à la loi des équivalents est d'autant plus grand que le nombre *n* s'écarte lui-même davantage de la valeur normale 0,5.

Il faut sans doute considérer les sels en question comme entraînant une certaine quantité d'eau *combinée,* en outre de celle qui est *entraînée mécaniquement.* Cette eau, transportée *en excès* vers le pôle

[1] KUSCHEL, *Wied. Annal.*, t. XIII, p. 289, 1881.

négatif, correspond à l'accroissement de résistance que l'expérience nous révèle[1].

Résistance des charbons à lumière employés dans les phares électriques. — Note de M. F. Lucas, présentée par M. Cornu.

Les charbons ou crayons cylindriques employés en France pour la production des arcs voltaïques des phares sont fabriqués par M. Carré; on donne $0^m,016$ de diamètre aux crayons destinés à produire la lumière ordinaire, dite *lumière simple*, et $0^m,024$ aux crayons destinés à produire exceptionnellement, lorsque l'atmosphère est très embrumée, une lumière plus intense, dite *lumière double.*

La résistance à froid (c'est-à-dire à la température ordinaire d'environ 15 degrés centigrades) des crayons Carré est, en moyenne, d'après un grand nombre de mesures prises au pont de Wheatstone, de 70 ohms par millimètre carré de section et par mètre de longueur; mais les écarts au-dessus et au-dessous de cette moyenne sont assez considérables d'un crayon à un autre, car ils peuvent atteindre 25 et 30 pour 100.

On sait que la résistance de ces charbons diminue à mesure que la température augmente; cette résistance doit, par conséquent, diminuer à mesure que l'on fait passer dans le crayon des courants électriques de plus en plus intenses, et notamment des courants alternatifs créés par les machines magnéto-électriques que l'on emploie pour le service des phares. Il est intéressant de savoir comment la résistance du charbon varie avec l'intensité du courant électrique; j'ai réalisé, dans ce but, des expériences dont je vais indiquer les résultats.

Le crayon soumis à ces essais avait $0^m,016$ de diamètre et $0^m,40$ de longueur libre entre les deux douilles de cuivre qui entouraient ses deux extrémités; sa résistance à la température de 15 degrés centigrades avait pour valeur

$$y_0 = 0,152 \text{ ohm.} \qquad (1)$$

On faisait entrer ce crayon dans le circuit extérieur d'une machine Meritens, en lui adjoignant une longueur connue de gros câbles de cuivre dont la résistance était mesurée d'avance. Pour obtenir des courants d'intensités diverses, on pouvait faire varier la vitesse de rotation de l'induit, le mode d'attelage des bobines et la longueur des câbles de cuivre.

[1] Ce travail a été exécuté au Laboratoire de recherches physiques de la Faculté des sciences.

Digitized by Google

Dans chaque expérience, l'intensité I du courant était mesurée au moyen de l'électro-dynamomètre ; le nombre n des tours que l'induit faisait par minute était indiqué par un compteur. Pour calculer la résistance totale R du circuit extérieur, on avait recours à la formule

$$R = \frac{1}{a + \alpha n} - (r + b + \beta n), \qquad (2)$$

que j'ai indiquée dans une note insérée aux *Comptes rendus* du 17 mars dernier. Les paramètres a, α, r, b et β étaient numériquement connus pour chaque mode d'attelage des bobines de la machine magnéto-électrique.

En déduisant de R la résistance connue des câbles de cuivre, on obtenait la résistance y du crayon correspondant au courant d'intensité I. Les résultats obtenus m'ont conduit à la formule empirique

$$y = y_0 \left(1 - \frac{1}{25^{\text{amp}} + 1{,}21}\right); \qquad (3)$$

l'intensité I ayant varié, dans les expériences, depuis 50 jusqu'à 142 ampères, le coefficient de y_0 a diminué depuis $\frac{1}{3}$ jusqu'à $\frac{1}{4}$. En prenant I pour abscisse et y pour ordonnée, on obtient une branche d'hyperbole ayant une asymptote horizontale.

Pour chaque intensité I, le crayon prenait une température T, fonction de cette intensité. En faisant tomber sur la surface du crayon des parcelles de divers alliages ou corps simples, à points de fusion connus et s'échelonnant depuis 94 degrés centigrade (métal de Darcet) jusqu'à environ 900 degrés (bronze), je pouvais déterminer deux valeurs assez voisines entre lesquelles était comprise la température T. J'ai trouvé ainsi 400 degrés pour 50 ampères, 450 degrés pour 60 ampères, 550 degrés pour 75 ampères, 700 degrés (rouge sombre) pour 100 ampères et 850 degrés (rouge cerise) pour 140 ampères. Ces résultats conduisent à la formule empirique

$$T - 15^{\circ} = \frac{1}{0^{\text{amp}},112 + 0{,}0004\,I}. \qquad (4)$$

En éliminant T entre (3) et (4), on trouve

$$y = y_0 \frac{1 + 0{,}0005\,(T - 15)}{1 + 0{,}005\,(T - 15)}, \qquad (5)$$

qui s'applique pour des valeurs de T comprises entre 400 degrés centigrade et 900 degrés centigrade.

Digitized by Google

Désignons par

$$\Theta = T - 15^\circ \qquad (6)$$

l'excès de température du crayon sur l'air ambiant. Le nombre K de calories dégagées par seconde, dans les expériences précédentes, avait pour valeur

$$K = \frac{yI^2}{4154} = \frac{0{,}0477\Theta^2 + 0{,}000024\Theta^3}{104000 + 434\Theta - 0{,}397\Theta^2 + 0{,}000083\Theta^3}. \qquad (7)$$

La surface de refroidissement, pour un cylindre de $0^m{,}016$ de diamètre et de $0^m{,}400$ de longueur, étant approximativement de 20 000 millimètres carrés, il suffirait de diviser K par 20 000 pour obtenir la fraction de colorie dégagée, pour chaque valeur de Θ, par millimètre carré de surface du crayon. Cette formule (7) s'applique, comme les précédentes, à des valeurs de Θ comprises entre 400 et 900 degrés centigrade:

Séance du 7 avril 1884.

M. le Ministre des Postes et des Télégraphes adresse à l'Académie le relevé des coups de foudre observés en France pendant le second semestre de l'année 1883.

M. *Faye* présente un Mémoire de M. de Bernardières, lieutenant de vaisseau, sur les *déterminations télégraphiques de différence de longitude dans l'Amérique du Sud.*

Le travail de M. de Bernardières, plus spécialement géodésique, renferme cependant une partie qui intéresse plus particulièrement les électriciens; c'est celle relative à l'emploi des *câbles sous-marins* pour la transmission des signaux, transmission faite directement entre Valparaiso et Panama, dont la distance dépasse 1000 lieues marines. « On sait, en effet, dit M. de Bernardières, qu'à cause de la faiblesse des courants employés dans ces sortes de lignes, les communications ne peuvent s'effectuer qu'au moyen de signaux lumineux produits par les appareils Thomson. L'exactitude de ces travaux exige plus de netteté dans les signaux qu'il n'en est nécessaire pour la correspondance ordinaire; aussi fallait-il isoler chaque soir toutes les parties des lignes aériennes qui se greffent sur la ligne sous-marine aux aboutissements du câble pour la communication avec les bureaux intermé-

Digitized by Google

diaires ; il n'y avait pas moins de douze de ces bureaux sur l'étendue de plus de mille lieues marines qui séparent Valparaiso de Panama.

« De plus, si la longueur du parcours nécessitait une station intermédiaire, la faiblesse du courant rendait impossible le fonctionnement d'un relai ; il fallait donc employer un autre mode de transmission, et voici les dispositions que j'arrêtai : M. Favereau avait sous les yeux, disposés sur la même table, deux appareils Thomson avec manipulateurs, l'un pour envoyer à Panama les signaux reçus de Valparaiso, l'autre pour envoyer à Valparaiso les signaux reçus de Panama, c'est-à-dire qu'il guettait l'image réfléchie par le miroir d'un des deux appareils Thomson, et, dès qu'il voyait cette image se déplacer, il envoyait un signal avec le manipulateur de l'autre appareil. Après suffisamment d'exercice, mon collaborateur devait arriver à agir d'une manière uniforme sur chacun des deux manipulateurs, et la légère perte de temps qui résulte de ce mode de transmission disparaît dans les calculs, puisqu'elle est la même dans tous les cas, soit que le signal vienne de Valparaiso, soit qu'il vienne de Panama. L'expérience a montré la grande exactitude obtenue au moyen de ce procédé.

« Mon collaborateur, M. Barnaud, avait poursuivi jusqu'à Panama, et s'était établi, sans perdre un instant, dans la cour même du câble sous-marin, mise obligeamment à sa disposition. Ainsi que je l'espérais, le temps nous fut plus favorable qu'à Chorrillos, et l'opération, commencée le 16 février, prit fin dans la nuit du 20. Nous avions réuni, dans ce court espace de temps, trois soirées complètes, comprenant chacune au moins cent bons signaux lumineux envoyés et reçus dans chaque station par séries de vingt. C'était le chiffre minimum que j'avais cru devoir fixer, afin de nous assurer une exactitude, autant que possible, équivalente à celle obtenue par l'enregistrement direct et suivant le mode adopté dans les opérations analogues effectuées par le Bureau des Longitudes, l'Observatoire de Paris et le Dépôt de la Guerre.

« La chance nous avait favorisés jusqu'au bout : le 21 février, au moment où je me rendais au Bureau pour télégraphier à M. Barnaud que je considérais nos opérations comme terminées, toute communication avec le Callao et Panama était interrompue, pour longtemps peut-être : le câble sous-marin venait de se rompre depuis quelques heures !...

M. *Jamin* présente une nouvelle Note de M. E. Bouty, de laquelle il résulte que la loi relative à la conductibilité des dissolutions salines peut être étendue aux sels à plusieurs équivalents d'acide, aux sels

doubles, aux sels des acides polybasiques, etc. Il suffit de savoir de quelle manière le sel s'électrolyse et quelle est la quantité de sel équivalente à KCl pour l'application de la loi de Faraday.

M. *A. Richet* présente une Note de M. H.-C. de Tarigny, *sur les variations de l'excitabilité électrique* et de la période d'excitation latente du cerveau.

Séance du 14 avril 1885.

Le président, M. *Rolland*, annonce à l'Académie la perte cruelle qu'elle venait de faire en la personne de J.-B. Dumas, l'un de ses Secrétaires perpétuels, décédé à Cannes le 11 avril 1884, et lève aussitôt la séance.

Séance du 21 avril 1884.

M. le Secrétaire perpétuel communique plusieurs lettres de regrets adressées à l'Académie à l'occasion de la perte cruelle qu'elle vient de faire dans la personne de M. Dumas : un télégramme de M. *Blaserna*, au nom de l'Académie dei Lincei; une Lettre de M. *Cannizaro*, au nom des chimistes italiens, et la copie d'une adresse envoyée de Genève à la famille de M. Dumas par les savants suisses.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats pour une place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *du Moncel*.

Cette Commission doit se composer de deux Membres pris dans les Sections de Sciences mathématiques, de deux Membres pris dans les Sections de Sciences physiques, de deux Membres libres et du Président en exercice.

Les Membres qui réunissent la majorité des suffrages sont :

Pour les sciences mathématiques : M. Bertrand, M. Jamin.

Pour les Sciences physiques : M. Daubrée, M. Boussingault.

Parmi les Académiciens libres : M. Lalanne, M. Larrey.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

—

LES SÉANCES DE PAQUES.

Les séances de Pâques de la Société ont eu cette année un éclat

Digitized by Google

exceptionnel, éclat dû en partie au grand nombre et à la variété des objets exposés, en partie à ce que les séances avaient lieu dans les magnifiques salons de l'Observatoire, mis gracieusement à la disposition de la Société par M. l'amiral Mouchez.

L'électricité tenait tout naturellement une large place dans le programme des objets exposés : nous n'en entreprendrons pas ici l'énumération; la plupart des appareils sont d'ailleurs connus de nos lecteurs, et nous décrirons prochainement ceux qui présentent un caractère de nouveauté ou d'originalité.

En adressant nos félicitations les plus sincères aux organisateurs de ces séances, nous exprimerons le regret qu'elles ne soient pas plus fréquentes et que les autres Sociétés scientifiques ne suivent pas le bon exemple donné par la Société française de physique.

En Angleterre, ces expositions sont très nombreuses, et les *conversazione* — c'est le nom consacré de ces réunions, — y obtiennent toujours le plus vif succès.

Ces réunions profitent d'ailleurs à tout le monde ; les Sociétés se font connaître et gagnent toujours un certain nombre de membres ; les savants répandent leurs travaux, les inventeurs leurs inventions, les fabricants leurs produits. Un certain nombre de visiteurs venus en simples curieux s'intéressent ainsi à la science ; ils en deviennent des adeptes convaincus, et quelquefois même des collaborateurs précieux.

On peut très bien vulgariser la science sans la rendre vulgaire : les *conversazione* doivent figurer au premier rang parmi les moyens propres à atteindre le but.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

—

Séances des 2 avril et 7 mai 1884.

Nous n'avons pas encore reçu les comptes-rendus de la séance du 2 avril, nous ne pourrons donc en rendre compte que dans notre prochain numéro.

L'ordre du jour de la séance du 7 mai porte une communication de M. *Lucas* sur les machines à courants alternatifs, une communication de M. *Lazare Weiller* sur la conductibilité des métaux et des alliages, et une communication de M. *Hospitalier* sur les indicateurs électriques continus à distance (vitesses, niveaux, températures, etc.).

Digitized by Google

BIBLIOGRAPHIE

Die Generatoren hochgespannter Electricität mit vorwiegender Berücksichtigung der Elektrisirmaschinen im engeren Sinne, par le docteur Ignaz G. Wallentin. — *A. Hartleben*. Vienne-Pesth-Leipzig.

Bien que les dernières années n'aient pas vu réaliser des progrès aussi importants dans la construction des générateurs électrostatiques que dans celle des machines dynamo-électriques destinées à la production de la lumière ou au transport de l'énergie, il n'en est pas moins vrai que l'utilité d'un traité spécial des premiers appareils est indiscutable, et c'est ce vide que M. le docteur G. Wallentin a comblé de façon à mériter la reconnaissance des électriciens. Ce livre est appelé à devenir le *vade-mecum* du constructeur, tout en ménageant une large part à la théorie et à l'histoire des développements successifs des divers appareils de production d'électricité à haute tension. On y décrit toutes les machines à frottement, depuis la sphère de soufre d'Otto de Guerike; toutes celles qui reposent sur les principes de l'induction statique et du transport des charges, telles que les duplicateurs de Bennet et de Nicholson, les générateurs de Belli, de Varley, de Toepler et de Bertsch; les machines, de Carré, de Kundt et de Holtz avec conducteur diamétral auxiliaire, celle de J. R. Voss qui est une combinaison du générateur de Toepler et de la machine à influence de Holtz; enfin, les nombreux appareils imaginés la plupart par Thomson, qui ont pour but d'amplifier considérablement une différence de potentiel. A la fin de cette première partie, l'auteur détermine, d'après les expériences de M. Mascart, la quantité d'électricité produite par ces divers appareils dans l'unité de temps et offre ainsi un mode de comparaison bien utile. La seconde partie est réservée aux appareils d'induction et la troisième aux accumulateurs et aux machines rhéostatiques de Planté, qui apparaît heureusement pour relever le prestige de nos compatriotes trop effacés dans les premiers chapitres. N. T.

Die Spannungs-Elektricität ihre Gesetze, Wirkungen und technischen Anwendungen, par K. W. Zenger. — *A. Hartleben*. Vienne-Pesth-Leipzig.

Encore un ouvrage sur l'électricité statique qui bénéficie du mo-

Digitized by Google

ment de calme et de réflexion succédant à la période si brillante que l'électricité dynamique vient de traverser. Bien que traitant à peu près les mêmes sujets que ceux qui font l'objet de l'ouvrage précédent, l'auteur, M. K. W. Zenger, professeur de physique à l'Université de Prague, ne s'adresse ni au constructeur, ni au praticien; il fait un cours d'électricité statique, ni trop étendu, ni trop abrégé, qui répond bien au programme de notre enseignement secondaire; il sera donc consulté avec fruit par les élèves, par les professeurs mêmes, les livres classiques d'électricité, conçus dont les idées nouvelles, n'étant pas bien nombreux. Les trois premiers chapitres sont relatifs aux principes fondamentaux de l'électricité statique, aux divers électroscopes et électromètres, aux lois de la distribution de l'électricité, aux appareils de mesure du potentiel en unités absolues; le quatrième chapitre est réservé à la description succincte de divers générateurs et enfin le dernier, de beaucoup le plus étendu, traité des effets mécaniques, caloriques, lumineux, chimiques, physiologiques, etc., etc., des phénomènes électriques. N. T.

I recenti progressi nelle applicazioni dell'Elettricità, par Rinaldi Ferrini. — *Ulrico Hoepli*, Milano.

M. *Rinaldi Ferrini*, professeur au *R. Istituto tecnico superiore* de Milan, délégué italien à l'Exposition internationale d'Électricité de Paris, et aux diverses expositions ultérieures, avait été appelé en 1882 à publier un résumé des progrès les plus récents réalisés dans le domaine de l'électricité appliquée. Depuis lors les inventeurs n'ont pas chômé, les savants ont fait des expériences remarquables, et M. Ferrini, sans cesse à l'affût des nouveautés, a vu son dossier grossir d'une façon inquiétante. Il ne faut donc pas considérer cet ouvrage comme un traité d'électricité pratique, où les diverses applications sont groupées et ordonnées suivant un programme philosophique, mais plutôt comme une sorte d'encyclopédie, comme une collection de descriptions d'appareils et de renseignements utiles à l'ingénieur électricien.

L'auteur a cependant reconnu indispensable de passer tout d'abord en revue les principes fondamentaux de l'électricité et du magnétisme et de définir les unités, pour préparer ses lecteurs. Cette tâche remplie, M. Ferrini entre carrément dans le domaine de la pratique et débute par la description d'une série de plus de 40 types différents de machines magnéto ou dynamo-électriques. Il passe ensuite aux appareils de mesure sans s'y appesantir toutefois, réservant la plus

Digitized by Google

grande partie de ce chapitre à l'application de ces instruments à l'étude des lois qui régissent les machines précédentes. Il donne à ce propos les tableaux résultant des expériences de Frœlich, établissant les relations entre la résistance totale, le nombre de tours, et le magnétisme efficace; les courbes empruntées à Hagenbach représentant la force électromotrice en fonction de la vitesse et de l'intensité transmise à l'inducteur pour diverses résistances extérieures; il est regrettable cependant de rencontrer aujourd'hui encore des unités Siemens dont le Congrès international des Électriciens nous avait sevrés. L'auteur donne également la formule d'interpolation de Beringer permettant d'obtenir l'effort tangentiel en kilogrammes disponible sur l'arbre de la machine en fonction de l'intensité; un résumé des études publiées par M. Marcel Deprez dans la *Lumière électrique*, sur les caractéristiques et leurs applications, et enfin la théorie de sir W. Thomson sur les relations entre les résistances de l'induit et de l'inducteur. Ce chapitre se termine, on ne sait pourquoi, par une courte description des accumulateurs Planté et autres.

Nous entrons alors en pleine lumière électrique; plus de cinquante régulateurs divers se succèdent sans trêve. Le chapitre suivant est heureusement moins monotone; il contient d'utiles considérations sur le choix des lampes, des machines, des conducteurs, sur le mode de distribution et sur le groupement des machines mêmes et les dispositions spéciales pour assurer la régularité; il renferme également un essai d'établissement de prix de revient.

Enfin cet ouvrage, de plus de 700 pages, se termine par la description succincte de diverses applications telles que les chemins de fer électriques, la réduction des métaux de leurs minerais, les téléphones et les microphones, etc., etc. N. T.

FAITS DIVERS

—

Une heureuse application de l'électricité au transport de l'énergie. — Une installation de transport d'énergie fonctionne depuis quatre mois dans une mine de charbon des environs de Vienne (Autriche) et remplace avantageusement une machine à vapeur qui était chargée d'actionner une pompe, et dont la chaleur rayonnante rendait très pénible le séjour dans la galerie. Les premiers jours la nouvelle installation laissa à désirer par suite des pertes

Digitized by Google

occasionnées par l'humidité de la mine, mais ces difficultés furent promptement résolues, et depuis lors on n'a eu qu'à se louer du bon fonctionnement des appareils et des résultats obtenus. C'est ainsi que tout d'abord la température de la galerie s'est abaissée de 14 degrés, et il paraîtrait que la consommation de combustibles s'est elle-même réduite d'une façon sensible. La dynamo employée est une machine Gramme du type spécial au transport de l'énergie, débitant 15 ampères et développant une force électromotrice de 500 volts. La réceptrice distante de 1900 mètres de la génératrice est de 8 chevaux de force environ et actionne au moyen de tambours de friction une pompe qui refoule 300 litres d'eau par minute à une hauteur de 60 mètres, à travers une conduite de 800 mètres de longueur.

—

L'ÉLECTRICITÉ DANS LA FABRICATION DES MONNAIES. — On sait que les alliages destinés à la fabrication des monnaies sont fondus en lingots qui sont découpés en lames minces; ces dernières donnent à l'emporte-pièce des rondelles qui, une fois bien ajustées, sont prêtes à recevoir l'empreinte. Malgré les soins les plus minutieux, une quantité considérable de pièces se trouvant être trop légères ou trop pesantes, les premières doivent être refondues, les autres sont reprises à la lime jusqu'à ce qu'elles présentent le poids exact. Mais cette opération offre des inconvénients ; elle cause des pertes de matière précieuse, elle nuit à la netteté de l'empreinte.

A cet effet, M. Dierick, directeur de la Monnaie à Paris, avait proposé de plonger les pièces trop lourdes dans un bain acide de manière à dissoudre l'excédent de matière. Pour l'or, il recommandait un mélange de 5 parties d'acide nitrique, 20 d'acide chlorhydrique et 15 à 20 parties d'eau, à une température de 20 à 30 degrés centigrades. Afin de ménager une usure uniforme, on plaçait un grand nombre de pièces, jusqu'à 10 000 même, dans un tambour de caoutchouc ou de porcelaine, animé d'un mouvement de rotation ; puis les pièces étaient lavées, séchées et l'or dissous était précipité du bain par le sulfate de fer. Ce procédé a dû présenter des inconvénients, car il a été abandonné.

En 1870, W.-F. Chandeler Roberts, chimiste à la Monnaie de Londres, proposa de soumettre les rouleaux de pièces à un courant électrique destiné à uniformiser la dissolution. — D'après ses expériences, il reconnut que la masse dissoute était exactement proportionnelle au temps écoulé, si le courant restait constant, observation qui devait rendre l'opération des plus faciles. Malheureusement ce procédé n'était pas admissible pour la Monnaie de Londres, la loi prescrivant que toute monnaie défectueuse, ou trop lourde, ou trop légère doit être refondue ; il a été appliqué toutefois à la Monnaie de Bombay et de Calcutta, de la façon suivante, par MM. W.-L.-G. Hynes et F.-W. Peterson. Les pièces sont rangées dans un fort châssis en bois à deux compartiments, d'une largeur un peu inférieure à celle de deux pièces, de manière que ces dernières se touchent par leurs bords intérieurs, et d'une hauteur un peu plus grande que le diamètre des pièces, de façon que,

Digitized by Google

placées verticalement, elles soient complètement baignées par le liquide contenu dans une cuve où l'on plonge le châssis; ce liquide est une dissolution de cyanure de potassium. Une dyamo Siemens communique avec une des parois de la cuve formée par une plaque d'argent; l'autre pôle est constitué également par une électrode d'argent plongeant librement dans la dissolution. Le châssis est maintenu au sein du liquide par le fléau d'une balance disposé de manière à ce que l'excédent de matière étant dissous, le poids convenable, placé dans un plateau supporté par l'autre extrémité du fléau, fasse sortir automatiquement le châssis du bain en question. —M. W.-F. Chandeler Roberts a rendu cette même méthode applicable à la correction des pièces trop légères. — A cet effet il superpose dans le bain deux châssis semblables, de manière cependant à ce que les parois en argent ne se touchent point. Le châssis supérieur, contenant les pièces trop lourdes, est en communication avec le pôle positif de la machine par sa paroi d'argent; le châssis inférieur, contenant les pièces trop légères, est en communication avec le pôle négatif d'une façon analogue. Tous deux sont plongés dans une cuve contenant une dissolution concentrée de cyanure de potassium. Au pôle positif le métal se dissout à l'état de cyanure double d'argent et de potassium, au pôle négatif l'argent se dépose si le courant est assez intense. Il est possible de disposer comme précédemment une rupture automatique du circuit en attachant le châssis supérieur au fléau d'une balance.

Ces procédés sont employés journellement aux Indes, et la Monnaie de Bombay a frappé seule 1 320 800 kilogrammes de pièces d'argent en 1879, dont 20 pour 100 environ ont été corrigés par la méthode ci-dessus décrite, réalisant ainsi une économie de 35 000 francs sur les anciennes.

(D'après la *Zeitschrift für Elektrotechnik*.)

—

Adjudication de l'éclairage électrique de l'Opéra de Vienne. — La direction générale de l'Opéra de Vienne a mis en adjudication l'éclairage électrique de ce théâtre. Des offres ont été demandées aux maison suivantes :

L'International Electric Compagny à Vienne; Siemens und Halske à Vienne; la Commandite de la Société Edison, Brückner, Ross et Consorts à Vienne; Ganz et Compagnie à Budapesth; Egger et Kremenetzky à Vienne; établissement der œsterreichischen-Waffenfabrisks. Gesellschaft für elektrische Belenchtungs-Installationen in Steyr und Krizik und Cⁱᵉ in Pilsen. Les plis cachetés ont été ouverts hier, 30 avril; nous saurons donc bientôt le nom de la compagnie qui l'a emporté.

—

La photographie fixant les conversations téléphoniques et l'éclair. — On a tenté en Amérique de fixer les conversations téléphoniques au moyen de la photographie. Ce résultat serait obtenu dans l'espèce par l'ouverture plus ou moins grande d'une petite fenêtre, au moyen d'un écran léger mis en mouvement par les vibrations de la plaque téléphonique; un rayon lumineux

Digitized by Google

passant par cet orifice, par suite d'intensité variable vient frapper une plaque sensibilisée mue par un mouvement d'horlogerie. Malheureusement la traduction des images en sons ne se fait pas facilement, à moins que l'on ne parle très distinctement en scandant pour ainsi dire les syllabes.

On a également essayé de photographier l'éclair, pendant un intervalle de temps de 1/1 000 000 de seconde. Les poètes et les peintres qui avaient coutume de représenter l'éclair par un zizzag, devront désormais renoncer à cette image. D'après les expériences photographiques susmentionnées, l'éclair aurait la forme d'une ligne sinueuse rappelant assez bien celle des rivières, et se divisant comme elles en un grand nombre de ramifications.

—

Essai de traitement des minerais de cuivre argentifère par voie galvanique. — On a fait au Japon, vers la fin de l'année dernière, des expériences fort intéressantes dans le but de traiter les minerais d'argent par voie galvanique.

On agissait sur la solution de chlorure double d'argent de sodium du procédé Augustin.

Comme électrodes, on n'a pu utiliser le platine à cause de son prix; l'or, l'argent et le mercure, dissous par le chlore à l'état naissant produit par la décomposition du chlorure d'argent, ne peuvent également être employés.

On a tourné la difficulté d'une manière fort ingénieuse, de la manière suivante :

On remplit de la solution salée de chlorure d'argent deux verres Becker réunis par un tube dont les extrémités, enveloppées d'un tissu en toile, ne laissent passer aucune particule solide.

On introduit ensuite deux électrodes en fil de platine dans les verres. Le chlore rendu libre par la décomposition du chlorure dissous, attaque le cuivre de la pyrite en donnant du chlorure de cuivre, du perchlorure de fer, ainsi que des sulfates de cuivre et de fer. Ces deux derniers sels, sous l'action du chlorure de sodium, sont transformés en chlorure de cuivre, perchlorure de fer et sulfate de soude.

La décomposition est entretenue en faisant tomber goutte à goutte dans les vases une solution fraîche de chlorure de sodium.

Les chlorures de fer, de cuivre et d'argent se précipitent au fond des vases sous forme de masse compacte.

Ce procédé, qui a, paraît-il, fort bien réussi au laboratoire, n'a pas encore été essayé sur une grande échelle.

Il est permis d'espérer qu'il sera applicable pour le traitement des minerais riches en chaux, si difficiles à traiter par les méthodes connues.

—

La puissance lumineuse des lampes a incandescence. — Il résulte d'expériences par M. W.-H. Preece, l'ingénieur électricien bien connu du Post-Office de Londres, que la puissance lumineuse d'une lampe à incandescence augmente

Digitized by Google

comme la *sixième puissance* de l'intensité du courant qui la traverse. Comme l'énergie dépensée dans la lampe ne croît que comme le *carré* de cette intensité, — et même un peu moins vite, si l'on tient compte de ce que la résistance du filament diminue à mesure que la température s'élève, — il s'ensuit que la puissance lumineuse varie comme le *cube* de l'énergie fournie à la lampe. On a donc intérêt, ce qui était d'ailleurs évident *à priori*, à faire passer dans les lampes le courant le plus intense possible; malheureusement la durée ou *vie* des lampes diminue rapidement à mesure qu'on les pousse, et il serait intéressant de connaître aussi la relation qui existe entre la vie d'une lampe bien construite et l'intensité du courant de régime qui la traverse. Cette relation ne peut résulter évidemment que de moyennes faites sur un grand nombre de lampes dans des expériences de longue durée suivies avec soin : Lorsqu'elle sera connue, il sera facile de déterminer dans chaque cas donné, en tenant compte du prix de revient de l'énergie électrique, d'une part, du prix des lampes et de leur durée, d'autre part, quelle allure il convient de donner aux lampes, et jusqu'à quelle intensité il convient de les pousser pour fonctionner dans les meilleures conditions économiques.

Si l'énergie électrique coûte relativement peu et que les lampes aient une faible durée et soient à un prix élevé, il vaudra mieux les conduire à une allure modérée pour les faire durer plus longtemps.

Si, au contraire, les lampes sont à bon marché et peuvent durer longtemps, tandis que l'énergie électrique, par suite des circonstances locales, coûte cher, il sera préférable de *pousser* les lampes, quitte à les remplacer plus souvent.

—

Nouveau procédé de nickelage du zinc par M. Meidinger. — Le nickelage par l'électricité des objets en zinc a présenté jusqu'à présent certaines difficultés que l'on ne rencontre pas avec le cuivre, le bronze ou le fer; mais par le nouveau procédé de M. H. Meidinger, l'opération devient bien plus simple.

Il suffit, avant de placer le zinc dans le bain de nickel, de l'amalgamer légèrement en le plongeant dans une solution de chlorure ou de nitrate de mercure, acidulée par l'acide sulfurique ou l'acide chlorhydrique. La valeur de l'amalgamation dépend naturellement du temps que dure cette immersion et ce temps ne peut être déterminé que par l'expérience; il faut cependant avoir soin de ne pas trop prolonger cette action, sans quoi le métal devient cassant.

Lorsque le zinc n'est pas amalgamé, il faut employer un courant électrique assez énergique pour déposer le nickel dans de bonnes conditions. Le procédé de M. Meidinger donne, au contraire, de très bons résultats avec un faible courant. Pour le maillechort, l'amalgamation facilite aussi le nickelage.

—

La pile au sodium de M. Jablochkoff. — Voici quelques détails que nous

Digitized by Google

fournit notre excellent confrère de Londres l'*Engineering* sur cette nouvelle pile qui, d'après le Bulletin de la Compagnie internationale des téléphones aurait donné lieu à la formation d'un syndicat au capital de 300 000 fraucs pour l'étude et l'exploitation de ce nouveau générateur électrique.

Pour obtenir une pile de grande force électromotrice, M. Jablochkoff a songé à faire usage de sodium pur. Ce métal est employé sous forme de lames minces et est accouplé à du charbon aggloméré, analogue à celui dont on fait usage dans les autres piles, ou bien il peut être placé dans une capsule métallique, au milieu de débris de charbon. Dans ces conditions et sous l'influence de l'humidité de l'air, la force électromotrice de l'élément atteindrait — d'après l'*Engineering* — le chiffre relativement élevé de *quatre* volts; elle pourrait même s'élever jusqu'à *six* volts en imprégnant le charbon de certaines solutions de métalloïdes. Ce dernier fait n'a pas d'intérêt pratique parce que le prix de ces solutions et les difficultés inhérentes à leur emploi rendent la combinaison presque irréalisable. Avec le sodium et le cuivre, la force électromotrice tombe à trois volts. Cet élément est fait à l'aide d'une plaque mince de sodium et un morceau de toile métallique en cuivre rouge. La force électromotrice de ces éléments serait, on le voit, supérieure à celle de toutes les piles actuellement employées, mais on n'a pas de renseignements suffisants sur la durée et la résistance intérieure de l'élément pour établir des comparaisons utiles.

En raison de la grande affinité du sodium pour l'oxygène, et de la facilité avec laquelle il décompose l'eau, il faut soustraire la pile à l'action de l'humidité lorsqu'elle n'est pas en service. A cet effet, il faut la mettre dans un bain de naphte ou dans un vase hermétiquement clos. M. Jablochkoff assure que l'action locale, c'est-à-dire le sodium non utilisé à la production de l'énergie électrique est très-faible.

Une des objections qui se présentent à l'esprit réside dans la grande somme de précautions qu'exige l'emploi de cette batterie, à cause des explosions qui se produisent lorsque le sodium est mis en contact avec l'eau. Une autre objection est le prix élevé du sodium, qui n'a jusqu'ici reçu qu'un très-petit nombre d'applications industrielles. Il y a moins d'un an, il coûtait 8 shillings (10 fr.) la livre anglaise (453 grammes); depuis le prix est tombé à 5 ou 6 shillings. Cependant, à cause de la faible densité du sodium (0,97), ce prix pourrait ne pas être excessif. Au commencement de l'année 1883, M. Jablochkoff a pris un brevet pour un procédé de fabrication du sodium, par lequel il espère réduire beaucoup le prix de revient du métal. Ce procédé consiste en principe à produire la décomposition électrolytique des sels de soude à l'état de fusion les gaz produits étant entraînés hors du bain et le métal ainsi soustrait à leur action.

L'*Engineering* termine en disant que, quel que soit l'avenir réservé à la pile au sodium de M. Joblochkoff, les recherches et les résultats obtenus dans cette direction intéressent tous les électriciens.

—

Le watt et le mho. — C'est pour satisfaire aux demandes d'un certain

Digitized by Google

nombre de nos lecteurs que nous donnons ici les définitions exactes de ces deux unités pratiques introduites récemment dans la science, la première par le regretté sir William Siemens, en 1882, la seconde par sir William Thomson, en 1883.

Le WATT est l'unité de *puissance* ou de *débit d'énergie électrique*. Il est égal au produit des volts par les ampères. Ainsi, par exemple, une lampe à incandescence demandant un courant de 1 ampère et une différence de potentiel de 20 volts aux bornes est une lampe de 20 watts. Un accumulateur débitant 25 ampères avec deux volts aux bornes fournit 50 watts.

En divisant le nombre de watts par 9,81, on a l'énergie électrique fournie ou dépensée exprimée en *kilogrammètres par seconde*. Pratiquement on divise par 10 et l'on dit qu'une lampe de 20 watts dépense deux kilogrammètres par seconde, et qu'un accumulateur donnant 50 watts fournit 5 kilogrammètres par seconde d'énergie électrique.

Le cheval-vapeur, unité française de puissance, est égal à 75 kilogrammètres par seconde ou à 736 watts. Le horse-power anglais est un peu plus grand et correspond à 746 watts.

Le MHO a une signification aussi simple que celle du watt, mais l'origine du nom est assez originale. Le *mho* est l'unité pratique de conductibilité comme l'*ohm* est l'unité pratique de résistance. La conductibilité étant l'inverse de la résistance, le nom *mho* est l'anagramme obtenu par renversement des lettres de *ohm*.

Sir W. Thomson a supposé, pour créer cette appellation, qu'après avoir prononcé le mot *ohm* dans un phonographe, on faisait à son tour parler le phonographe en tournant le cylindre *à l'envers* Le son émis par l'appareil devrait se rapprocher de *mho*.

Nous ignorons si la pratique sanctionnera l'unité pratique de conductibilité introduite par sir W. Thomson. Nous le souhaitons pour notre part, car l'adoption de cette unité ferait disparaître les tableaux de conductibilité relative, qui, il faut bien le dire, ne donnent plus qu'une médiocre satisfaction. La conductibilité spécifique d'un corps devenant l'inverse de la résistance spécifique, il sera facile de passer de l'un à l'autre de ces coefficients avec la plus grande rapidité, suivant que l'on fera intervenir l'un ou l'autre dans les calculs.

On éviterait aussi l'inconvénient de trouver des conductibilités supérieures au chiffre 100 attribué au cuivre pur. Les conductibilités spécifiques s'exprimeraient en mhos, l'on dirait, par exemple, que la conductibilité spécifique du cuivre pur est de 660 000 mhos, celle du fer de 100 000 mhos, celle du mercure de 10 000 mhos, etc. L'inverse du chiffre donnerait aussitôt la résistance en ohms.

Le propriétaire gérant,
G. MASSON.

9889. — Paris, Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus.

Digitized by Google

SUR LES PILES A LIQUIDE ALCALIN

ET LES PILES A OXYDE DE CUIVRE

I. — Généralités.

Pour arriver à réaliser et à rendre pratiques les différents modèles de la pile à oxyde de cuivre dont nous avons fait connaître le principe en 1881, il a fallu nous livrer à une série assez étendue de recherches dont les résultats peuvent offrir quelque intérêt[1].

Le but que nous nous proposions était de constituer un élément voltaïque de longue durée, à montage permanent et cependant susceptible d'un débit important et soutenu. Bien que ce problème présentât un intérêt très réel, il n'en existait alors, à notre connaissance, aucune solution satisfaisante. Les conditions à remplir, pour qu'un couple puisse effectuer un travail de cette nature, sont en effet fort difficiles à réunir : en premier lieu, il ne doit user de produits qu'à circuit fermé, ce qui élimine toutes les combinaisons à deux liquides, dans lesquelles le mélange des dissolutions, retardé ou non par des diaphragmes poreux, aboutit nécessairement à une dépense improductive que l'on n'accepte qu'en raison de la faiblesse du débit (piles Daniell, Callaud), ou du peu de durée de l'action (pile Bunsen). Il faut donc que la combinaison cherchée soit à dépolarisant solide.

Le métal attaquable doit, lui aussi, satisfaire à cette condition de ne pas réagir sur le liquide dans lequel il est plongé lorsque

[1] Ces recherches, faites en collaboration pendant plusieurs mois, ont dû être plus tard, par suite de raisons particulières, poursuivies plus particulièrement par l'un d'entre nous auquel est incombé le soin de déterminer les conditions pratiques d'emploi et de créer les modèles de la nouvelle pile.

Au cours de ce travail, M. le Dr A. d'Arsonval a bien voulu nous prêter son précieux concours. Il a étudié plus spécialement les formes à donner à la pile pour en obtenir un grand débit et l'appliquer aux moteurs électriques. Nous avons conservé les dimensions de l'un de ces modèles (modèle à auge), qui est devenu un type courant. M. d'Arsonval a déjà publié les résultats principaux de ses expériences entreprises dans un but purement scientifique et amical. Nous tenons à le remercier non seulement pour les études désintéressées qu'il a consacrées à notre appareil, mais encore pour l'influence heureuse que ses avis et ses conseils ont pu exercer sur la suite de nos recherches.

Digitized by Google

la pile ne travaille point. En passant en revue la série des métaux que leur prix permettrait d'employer et celle des électrolytes qui les attaquent, on reconnaît que très peu de combinaisons sont dans ce cas. Ce nombre se restreint encore si l'on demande à l'action chimique entre le métal et le liquide un grand travail à circuit fermé. Il ne reste guère plus alors que le zinc dans les sels ammoniacaux, ou le zinc très bien amalgamé dans les acides qui paraissent susceptibles de remplir le but. Mais les sels ammoniacaux ne peuvent dissoudre qu'une très faible quantité de zinc avant de donner naissance à des cristaux insolubles qui viennent masquer le métal ; et, quant au zinc amalgamé, il est très notablement dissous dans les acides étendus, ce qui donne lieu à une perte difficilement acceptable pour une pile constamment montée.

Une autre combinaison répond heureusement mieux à ces exigences : c'est celle du zinc et d'une solution alcaline concentrée. Décrite à diverses reprises dans les traités spéciaux, elle avait été rappelée à l'attention des spécialistes au moment où nous commencions ces recherches, par diverses publications, entre autres celles relatives à la pile Reynier. La potasse ou la soude caustique, en effet, en solution à 30 ou 35 pour 100, par exemple, possèdent les propriétés remarquables de ne pas attaquer le zinc en circuit ouvert (pas plus que l'étain, le plomb et quelques autres métaux), de posséder une très faible résistance électrique, enfin de pouvoir, quand les piles fonctionnent, dissoudre aussi rapidement que les acides, des quantités considérables de métal, sans donner lieu à aucune cristallisation ni à aucun dépôt nuisible.

On pouvait donc espérer, en combinant l'ensemble zinc et solution alcaline avec un dépolarisant solide efficace, réunir les conditions d'un élément pouvant rester monté pendant un temps très prolongé, comme la pile Leclanché, tout en fournissant, sous un petit volume, des courants constants et d'intensité notable, de plusieurs ampères, par exemple.

Dans cet ordre d'idées, l'essai comme comme matière dépolarisante des oxydes métalliques, dont un grand nombre sont insolubles dans les alcalis, était naturellement indiqué. Parmi tous ceux que nous avons examinés, aucun ne paraît fournir

Digitized by Google

des électrodes susceptibles d'un aussi fort débit que l'oxyde de cuivre.

Le peroxyde de manganèse, un des premiers que nous ayons employés, est bien insoluble dans les lessives alcalines, ainsi que son produit de réaction. Il fournit, en circuit ouvert, une force électromotrice assez élevée; mais, dans les éléments à alcali, de même que dans ceux à sel ammoniac, la polarisation se produit très vite pour un débit de quelque importance. Nous n'avons pas cru devoir poursuivre l'étude de cette combinaison, retrouvée et préconisée depuis par M. Leuchs.

Les divers oxydes de fer, naturels ou artificiels, conduisent assez mal et ne se réduisent pas d'une façon bien appréciable dans la pile. Cependant la couche légère d'oxyde formée par oxydation au moyen de la chaleur sur des lames de fer placées au pôle positif, se réduit assez rapidement, de sorte que le fer ou la fonte n'ont pas besoin d'être décapés pour prendre le contact des dépolarisants, même solides.

Cette faculté de donner avec l'électrode positive un contact assez bon conducteur pour permettre un bon fonctionnement de la pile, de *bien prendre le contact*, est très variable, non seulement avec la nature des oxydes, mais aussi avec leur état physique. C'est ainsi que l'oxyde de cuivre formé par grillage du cuivre à l'air se trouve généralement dans de très bonnes conditions d'emploi, tandis que l'oxyde précipité chimiquement prend beaucoup plus mal le contact de l'électrode.

Le bioxyde de mercure, qui semblerait devoir présenter des propriétés très voisines de celles de l'oxyde de cuivre, dépolarise lentement et mal, soit qu'on l'emploie avec un support de cuivre, de fer, de charbon ou même de mercure.

Les oxydes des métaux précieux (argent, platine, or) donnent des forces électromotrices élevées et dépolarisent régulièrement. L'oxyde d'argent a donné à M. d'Arsonval une force électromotrice de plus de 1 volt et demi. Malheureusement le prix du produit et le poids moléculaire très élevé de l'argent en rendent l'emploi très limité. La pile ainsi formée n'est pas complètement reversible : l'argent réduit de l'oxyde par le travail de la pile n'absorbe l'oxygène électrolytique que d'une façon incomplète, tandis qu'avec le cuivre l'absorption est intégrale jusqu'à par-

Digitized by Google

faite oxydation. Nous remarquerons à ce propos que la pile Scrivanow, à chlorure d'argent, doit très probablement ses propriétés dépolarisantes uniquement à l'oxyde qui se forme par l'action du liquide alcalin. On obtient en effet les mêmes forces électromotrices par l'emploi de l'oxyde ou du chlorure : ce dernier, ayant une chaleur de formation beaucoup plus élevée que celle de l'oxyde, ne donnerait évidemment pas la même force électromotrice s'il ne subissait une transformation préalable.

On pouvait espérer des forces électromotrices élevées avec les oxydes supérieurs de nickel et de cobalt obtenus par la recharge électrique des éléments fonctionnant comme piles secondaires; mais ces produits prennent trop mal le contact des supports. L'oxyde de bismuth, au contraire, qui se forme en employant le sous-nitrate, peut servir facilement de dépolarisant, mais il est très inférieur à l'oxyde de cuivre et ne prend, par la recharge, qu'une faible force électromotrice.

Le bioxyde de plomb ne saurait être employé, car l'oxyde auquel il donne naissance est soluble dans la lessive alcaline.

II. — Détails de construction.

Après avoir reconnu d'une manière générale que l'association des propriétés de l'oxyde de cuivre et de celles des solutions alcalines permettait de réaliser un couple de longue durée à grand débit, il nous restait à lui donner des formes simples et appropriées aux différents usages.

L'emploi des dépolarisants solides sous forme d'agglomérés a été très préconisé dans ces derniers temps et nous avons d'abord cherché à mettre l'oxyde de cuivre sous cette forme. Nous sommes arrivés à obtenir des produits jouissant de propriétés dépolarisantes énergiques, et résistant très bien à l'action dissolvante des alcalis caustiques : on les préparait en mélangeant à l'oxyde de cuivre une petite quantité d'oxychlorure de magnésium et moulant la matière sur un support métallique, pour assurer le contact. Ce mode d'emploi de l'oxyde permet de former aisément des éléments de petit volume et de grande surface; cependant il faut remarquer que, dans les conditions les plus habituelles, *lorsque*

Digitized by Google

la pile ne doit pas être rechargée après épuisement, ces plaques agglomérées deviennent, comme dans la pile Leclanché, un résidu inutile et le travail employé à leur fabrication se trouve complètement perdu. Au contraire, le cuivre métallique pur provenant de la réduction de l'oxyde non mélangé est loin d'être sans valeur. Il nous a, par suite, semblé plus pratique d'appliquer l'oxyde sur le support conducteur qui, dans ce cas, doit être horizontal, par la seule action de son poids. Nous avons déjà décrit divers modèles construits dans ces conditions[1], et dans lesquels le dépolarisant repose sur un plateau, ou mieux, au fond d'un vase métallique. C'est, en somme, la forme la plus convenable pour de très nombreuses applications : l'emploi des agglomérés doit être réservé à des cas spéciaux.

Dans ces éléments le zinc est placé à la partie supérieure et, pendant le travail, la solution très dense de zincate de potasse qui prend naissance, tombe au fond du vase où elle forme une couche sirupeuse, de sorte que le zinc se trouve jusqu'à la fin en contact avec le liquide alcalin non saturé qui doit l'attaquer. L'attaque est, dans ces conditions, d'une régularité parfaite, tandis que des lames de zinc plongeant jusqu'au fond de piles du même genre s'usent d'une façon croissante depuis le fond jusqu'à la surface. Une lame de zinc de 3 millimètres d'épaisseur, placée horizontalement, peut s'user assez régulièrement pour n'avoir plus à la fin qu'une épaisseur uniforme de 2 à 3 dixièmes de millimètre. Dans les piles maintenues en repos, la séparation entre la solution de potasse et la solution saturée de zincate qui tombe au fond peut être assez nette pour permettre de renouveler le liquide excitateur en siphonant les parties saturées pour les remplacer.

La soude donne sensiblement les mêmes résultats que la potasse, tant comme force électromotrice que comme résistance intérieure des éléments. Nous employons en général la potasse, ainsi que nous l'avons déjà indiqué, pour éviter toute formation de sels grimpants. Cependant cet inconvénient peut être évité dans les grands éléments en recouvrant simplement la surface d'une couche d'un liquide non miscible à la soude.

[1] Voy. l'*Électricien*, n° du 1er août 1883.

Digitized by Google

Il y a intérêt à se servir de solutions assez concentrées à 30 ou 40 pour 100, par exemple. En effet, la solution renfermant 5 à 6 pour 100 de potasse ne dissout que très peu d'oxyde de zinc ; et une solution de zincate alcalin précipite de l'oxyde de zinc lorsqu'on l'étend d'eau. Il y a donc une proportion relative d'alcali inutilisé d'autant plus grande que la solution est moins concentrée.

Lorsque dans la pile la solution alcaline est saturée, l'attaque du zinc continue néanmoins, à circuit fermé ; mais alors l'oxyde de zinc se dépose tant au fond du vase que sur le zinc qu'il recouvre d'une croûte assez dure : l'apparition de ces dépôts indique l'épuisement de la pile.

L'acide carbonique contenu dans l'air est absorbé par la potasse des piles, surtout si la surface n'est protégée ni par un couvercle, ni par une couche de liquide. Cette absorption, peu rapide du reste, ne présente pas d'autre inconvénient que de faire perdre inutilement la quantité de potasse passée à l'état de carbonate. Lorsque la solution alcaline est saturée d'oxyde de zinc et qu'elle reste exposée pendant assez longtemps à l'action de l'air, elle laisse déposer des cristaux insolubles dans l'eau, qui paraissent être de l'oxyde ou de l'hydrate de zinc.

Un inconvénient assez grave se présente dans presque toutes les piles que l'on destine à rester montées pendant un temps prolongé : c'est que le zinc, même à circuit ouvert, s'attaque assez rapidement au niveau du liquide et jusqu'à une petite distance au-dessous de la surface. Il peut ainsi se couper complètement, même lorsqu'il a une assez grande épaisseur, et le fonctionnement de l'élément se trouve arrêté. L'emploi de vernis isolants ou de tubes protecteurs en caoutchouc ne supprime pas cette difficulté. Si l'on suspend le zinc par un fil ou une tige d'un autre métal non soluble, on forme un couple local qui détruit rapidement l'électrode au point d'attache. Nous avons eu l'idée, avec M. d'Arsonval, d'employer comme support du zinc une tige ou une lame de laiton, ou de cuivre amalgamé : le zinc amalgamé ne forme pas couple avec le laiton amalgamé, même après un fort longtemps d'immersion. Cette solution simple a une importance pratique très sérieuse ; nous l'avons adoptée pour toutes les piles de grande durée. Le zinc est toujours complètement

Digitized by Google

immergé et suspendu à un conducteur de laiton amalgamé relié à la borne d'attache.

III. — Nouvelles formes d'éléments.

Suivant les usages auxquels on les destine, les piles à oxyde de cuivre peuvent être mises sous les formes les plus variées. Outre les modèles que nous avons déjà décrits, nous en avons combiné d'autres, à vase extérieur en fonte, qui présentent

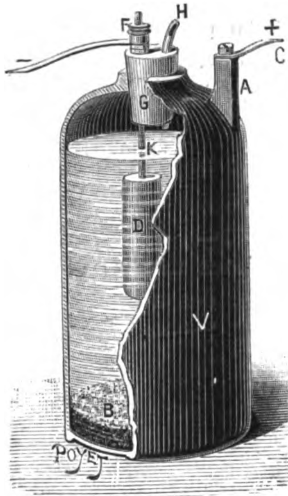


Fig. 1. — Élément hermétique en fonte.

l'avantage d'être hermétiquement clos, d'être assez facilement transportables et de posséder une grande solidité, caractère des plus importants pour des éléments renfermant un liquide caustique.

Dans l'un de ces modèles (fig. 1), le vase extérieur, d'un diamètre de $0^m,09$, a l'aspect d'un obus. Il constitue le pôle positif de l'élément : un tenon A, venu de fonte, sert à fixer la lame conductrice AC destinée aux jonctions. L'extérieur du vase est paraffiné à chaud, de façon à le rendre inoxydable et à empêcher les dérivations. Le zinc D est formé par un cylindre de $0^m,02$ de diamètre soudé à une tige de laiton amalgamé K fixée

Digitized by Google

au bouchon de caoutchouc G et portant la borne F. Le bouchon est, en outre, traversé par un tube métallique terminé par une soupape H formée par un tube de caoutchouc fendu.

Ces éléments sont généralement livrés remplis de la solution de potasse, de sorte que, pour les monter, il suffit d'y verser la dose convenable d'oxyde de cuivre qui se répartit sur le fond, en B, et de fermer l'élément au moyen du bouchon de caoutchouc portant le zinc.

Cette disposition est particulièrement convenable pour le service intérieur des appartements (téléphones, sonneries). Ce modèle peut donner un débit allant jusqu'à 2 ampères. Un plus petit modèle, de 5 centimètres de diamètre, suffit amplement pour un service de plusieurs années sur une sonnerie d'appartement.

La figure 2 représente un autre type d'élément hermétique plus récemment mis en usage. Il est à grande surface (0^{m},22 de diamètre) et peut débiter jusqu'à 8 ou 10 ampères, ce qui permet de l'employer aux mêmes usages que les piles Bunsen, au bichromate, etc. (charge des accumulateurs, éclairage domestique, galvanoplastie, nickelage, bobines d'induction, analyse spectrale, etc.). La disposition de cet élément est d'ailleurs très analogue à celle du précédent. L'oxyde de cuivre B est également réparti sur le fond du vase; le zinc D, constitué par une longue lame enroulée sous forme de spirale pour présenter une grande surface, est suspendu à un couvercle d'ébonite G, fixé sur l'ouverture du vase au moyen d'une bride évidée en fer et de trois écrous : une rondelle de caoutchouc souple assure l'étanchéité du joint.

Ces éléments de grand modèle renferment la même charge que nos grands éléments à auge (2 kilogrammes de potasse et 0^{kg},900 d'oxyde de cuivre) et peuvent les remplacer dans toutes les applications. Ils peuvent donner un travail considérable. Par exemple, une batterie d'éléments à auge a pu fournir plus de deux cents heures d'éclairage sur une lampe Edison de 5 bougies. En employant 6 éléments on a pu, pendant près de deux mois, faire un travail de nickelage, à raison de sept heures par jour, qui nécessitait l'emploi de 3 éléments Bunsen : ceux-ci devaient être remontés tous les deux jours et étaient loin de donner un

Digitized by Google

courant aussi constant, ce qui causait des difficultés nombreuses.

Ces modèles en fonte présentent la propriété remarquable de pouvoir donner sans polarisation un débit plus considérable que des éléments correspondants non métalliques dont la surface conductrice *en contact avec l'oxyde de cuivre* serait aussi grande. Comme il ne se dégage pas d'hydrogène sur la fonte, il nous

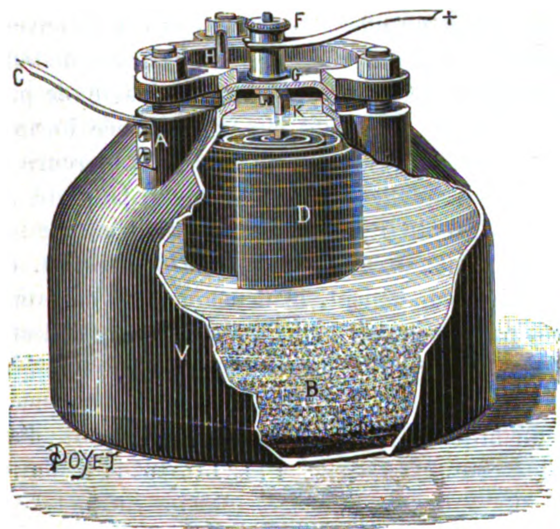


Fig. 2. — Élément hermétique à grande surface.

semble que sa grande surface doit néanmoins se charger d'hydrogène occlus qui se transporte progressivement jusqu'à l'oxyde de cuivre, et concourir ainsi d'une façon continue à l'action dépolarisante.

IV. — Piles réversibles.

Il nous reste à déterminer des dispositions pratiques de piles réversibles, à petit et à grand débit. Lorsqu'une pile à oxyde de cuivre est épuisée et qu'on la fait traverser par un courant de sens convenable, l'oxygène qui se porte au pôle positif est absorbé intégralement par le cuivre réduit : mais si le support de la matière dépolarisante est en cuivre, celui-ci se dissout en

Digitized by Google

petite quantité, en colorant le liquide en bleu. Cependant le cuivre provenant de la réduction de l'oxyde n'est nullement dissous. Nous avons reconnu que, en employant comme support une surface de fer ou de fonte, on évite toute attaque et dissolution de cuivre, pourvu que l'oxyde employé ait été exempt à l'origine de cuivre métallique. La difficulté sérieuse réside dans le dépôt du zinc; ce métal se précipite sous une forme qui n'est pas suffisamment cohérente, surtout lorsqu'on veut obtenir des épaisseurs un peu grandes. Nous évitons cet inconvénient soit en précipitant le zinc sur une très grande surface de laiton ou de cuivre amalgamé, par exemple sur une masse de planure de cuivre, soit en la précipitant sur une surface horizontale de laiton amalgamé, recouverte d'un excès de mercure et munie de cavités dans lesquelles se loge ce métal. La partie inférieure de ce support est du reste recouverte d'un enduit isolant. Le zinc ne peut donc se déposer qu'à la surface, et, comme il s'amalgame immédiatement, le dépôt devient cohérent et peut servir sans perte à donner une nouvelle somme d'électricité par sa dissolution.

Nous espérons pouvoir faire connaître prochainement des modèles définitifs de piles réversibles construits d'après ces données.

F. de Lalande et G. Chaperon.

BLOCK SYSTEM AUTOMATIQUE

DE L'UNION SWITCH AND SIGNAL COMPANY

Nous avons déjà eu l'occasion de parler du block system automatique, dans lequel les trains bloquent et débloquent eux-mêmes par leur seul passage les sections qu'ils parcourent sans avoir recours à l'intervention d'agents. Nous avons dit que ce mode d'exploitation, peu en faveur en Europe, était presque exclusivement adopté en Amérique sur les lignes où l'on avait reconnu la nécessité d'opérer le cantonnement des trains.

Ce sont surtout des considérations d'économie qui ont poussé

Digitized by Google

les Américains à adopter ce système en principe. Le recrutement difficile du personnel, le prix élevé des salaires les ont conduits à supprimer les agents toutes les fois qu'ils ont pu le faire, en dépit des inconvénients présentés par l'automaticité que l'on considère en Europe comme trop aléatoire pour assurer la sécurité que l'on recherche avant tout.

D'ailleurs jusqu'à ces derniers temps, les signaux ont peu été l'objet de la préoccupation des ingénieurs de chemins de fer aux États-Unis; et les ingénieurs européens qui ont visité les chemins de fer de ce pays ont été frappés de l'imperfection relative de leurs signaux. Leur fonctionnement laisse souvent à désirer, leur emplacement et leur visibilité ne donnent pas toujours satisfaction, et leurs formes varient pour ainsi dire à l'infini; ce dernier point est d'autant plus étonnant que dans ce pays on a adopté des types de roues, d'essieux, de boîtes à graisse et même de wagons sanctionnés par la *Master Car Builders' Association*.

Toutefois, dès maintenant, l'exploitation des chemins américains semble reconnaître l'importance des signaux et elle perfectionne peu à peu ses appareils; l'Exposition d'appareils de chemins de fer, tenue à Chicago, en 1883, renfermait les systèmes les plus récents de signaux, et au premier rang figurait le block system automatique présenté sous trois formes différentes : les systèmes de Hall, de Rousseau et de l'*Union Company*.

Les deux premiers reposent sur l'emploi de pédales qui, lors du passage des trains, mettent en action un jeu de commutateurs qui a pour effet de manœuvrer les signaux.

Le dernier repose sur un phénomène essentiellement électrique, et nous allons le décrire succinctement.

Ce système est dû à M. Oscar Gassett, de Boston; il repose sur le principe suivant :

La partie T (fig. 1) représente une section de block, les rails sont convenablement reliés entre eux et isolés seulement à leurs extrémités des rails adjacents. En B est une pile dont chacun des pôles est relié à une file de rails; à l'autre extrémité de la section se trouve un électro-aimant M relié à la voie d'une manière analogue à celle de la pile. On a donc un circuit fermé composé des deux files de rails, de l'électro-aimant et de la pile.

Digitized by Google

Le courant suit naturellement le conducteur de moindre résistance, et il n'y a pas pratiquement de pertes par la terre; l'électro-aimant est donc normalement en activité et, dans ces conditions, le signal est à voie libre.

Quand un train entre dans la section, il y a une dérivation du

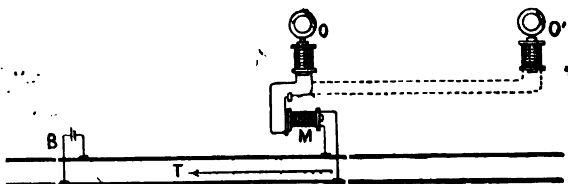


Fig. 1

courant par les roues et les essieux qui sont meilleurs conducteurs que le fil fin de l'électro-aimant; l'armature de ce dernier cesse d'être attirée et abandonne le relais fermant le circuit d'une pile locale et dès lors le signal O se met à l'arrêt; il reste dans cette position jusqu'à ce que la dernière paire de roues du train ait quitté la section. On voit immédiatement que la rupture d'un rail, la présence sur la voie d'un lorry ou d'un véhicule quelconque, dans quelques circonstances que ce soit, amène la position du signal à l'arrêt. Les hommes d'équipe travaillant sur la voie n'ont pas besoin d'envoyer en arrière un homme avec un drapeau rouge pour les couvrir; il leur suffit de relier les deux rails au moyen d'une tige métallique quelconque pour provoquer la mise du signal à l'arrêt.

La disposition représentée sur la figure 1 ne comporte que la manœuvre d'un seul signal; mais on peut facilement disposer plusieurs signaux sur le même circuit ou bien placer le signal O dans une position avancée comme l'indiquent les lignes pointillées. On voit que cette dernière disposition ne comporte plus alors de signal d'arrêt à l'entrée de la section, aussi adopte-t-on généralement la suivante, figure 2, pour les lignes à double voie.

La pile locale D qui actionne les signaux, en manœuvre deux au lieu d'un. Contrairement à la pratique française et anglaise et suivant l'exemple de la plupart des pays de l'Europe, les

Digitized by Google

trains américains prennent la voie de droite, ce qui explique la disposition du schéma.

La présence d'un train sur la section met la pile F en court circuit; l'électro-aimant abandonne son armature formant le

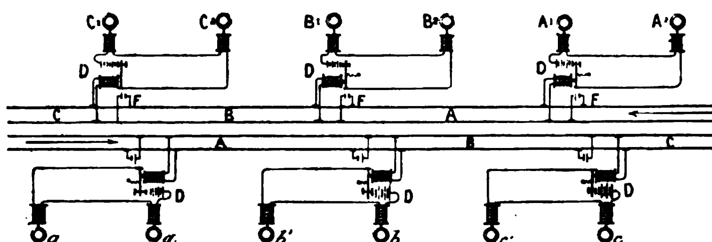


Fig. 2.

relai de la pile D, dont le courant maintenait les signaux A_2 et A_1 à voie libre. Ces signaux se mettent aussitôt à l'arrêt; ils fonctionnent comme signal local et signal à distance; ils restent dans cette position jusqu'à ce que le train ait complètement quitté la section A. En entrant dans la section B, les roues d'avant de la machine ont pour effet de mettre les signaux B_2 et B_1 à l'arrêt, le mécanicien peut ainsi voir le signal en face de lui se mouvoir sous l'action de son propre train, et il peut s'assurer par lui-même du fonctionnement de l'appareil; si le signal ne se met pas à l'arrêt, le mécanicien doit en prévenir la station suivante et, en cas d'arrêt du train, le protéger par les signaux à main.

La longueur des sections de block exploitées par le système automatique varie d'un quart de mille à un demi-mille, et ces faibles longueurs sont adoptées même sur les lignes à voie unique pour se conformer à la pratique américaine de faire marcher plusieurs trains d'après un même itinéraire. En d'autres termes, quand le trafic l'exige, on envoie plusieurs trains à de très courts intervalles; un train venant en sens contraire doit attendre au point de croisement jusqu'à ce que tous les trains supplémentaires soient passés. Il devient dès lors important de réduire la période d'attente, en donnant aux trains la faculté de se suivre d'aussi près que possible; sur quelques lignes à voie unique très chargées, on a placé à cet effet des signaux automa-

Digitized by Google

tiques à un demi-mille l'un de l'autre, quoique les points de croisement puissent avoir lieu seulement tous les cinq ou dix milles.

La figure 3 représente l'application du système aux lignes à voie unique. Les sections sont pourvues de signaux locaux et à distance dans les deux sens de la marche, et placés à droite du train auquel ils s'adressent. Un train pénétrant dans la section A

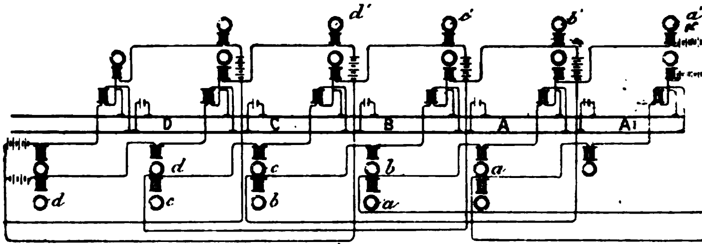


Fig. 3.

en sortant de la section A A_1 met à l'arrêt les signaux *a* a_1 derrière lui (à sa droite) *a* a_1 en avant de lui (à sa gauche). Les quatre signaux *a* a_1 et *a* a_1 sont tous sur le même circuit et manœuvrés comme on l'a déjà dit.

Ce système prévient absolument la mise en marche sur la même section de deux trains de direction contraire; en effet, quand un train quitte la section D pour entrer dans la section C, le signal avancé c_1 en avant du train à l'extrémité de la section A est à l'arrêt contre les trains de la section A, voulant pénétrer dans la section B. Si le mécanicien ne peut arrêter son train à temps et entre dans la section B_1, les signaux *b* et b_1 se mettent à l'arrêt contre les trains venant de D pour entrer dans C. En mettant les conditions au pire, chaque mécanicien aperçoit un signal à distance à l'arrêt quand il y a encore la longueur de deux sections de block entre lui et le train qui s'avance vers lui.

La continuité du courant n'est pas assurée sur la file de rails par le contact des éclisses seulement, mais aussi au moyen de fils spéciaux, comme le montre la figure 4. Les extrémités de ce fil sont enroulées et soudées autour des têtes de petits rivets de cuivre placés dans des trous percés dans le patin des rails.

On a employé divers moyens pour isoler les rails aux extré-

Digitized by Google

mités des sections. On place quelquefois entre le rail et une forme spéciale de joint d'éclisse des bandes de fibres non conductrices de 1/8 de pouce (3,2 millimètres) d'épaisseur. On emploie aussi une éclisse en bois sur le côté extérieur du rail, une

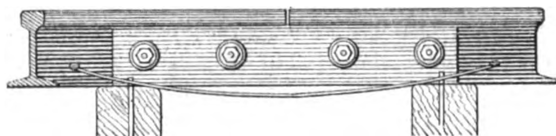


Fig. 4.

éclisse isolée à l'intérieur et une feuille de composition non conductrice entre les extrémités des rails. Cela paraît faire un joint d'éclisse efficace, même sous les machines lourdes, et ses propriétés électriques sont excellentes.

Les formes des signaux manœuvrés électriquement sont très variables, mais celles de la figure 5 sont les plus répandues.

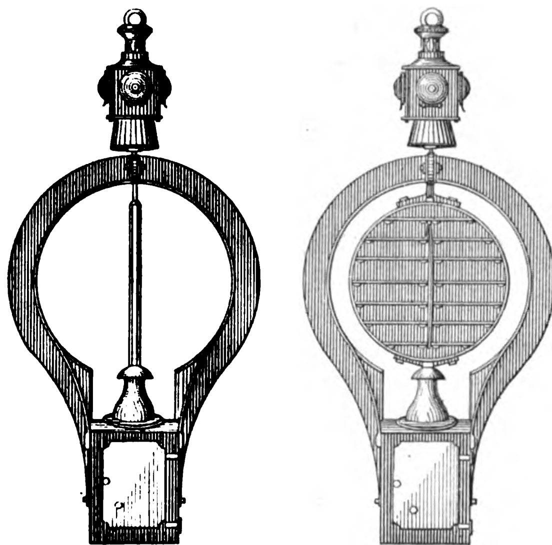


Fig. 5.

Une boîte en fonte placée au-dessous du signal renferme le mécanisme de manœuvre dont les détails sont un peu compliqués. L'arbre vertical portant le signal est assujetti à tourner sous l'action d'un fort ressort spiral qui est remonté tous les

Digitized by Google

jours. Deux doigts manœuvrés par un déclenchement électrique, mettent le signal respectivement à voie libre et à l'arrêt; l'interruption du courant relâche un doigt et permet au signal de faire un quart de tour et d'indiquer l'arrêt de position où il est tenu par l'autre doigt.

L'armature d'un électro-aimant arrête le mouvement d'un doigt quand elle est attirée, et de l'autre quand elle est relâchée; tandis que le mouvement de l'arbre remet le doigt dans une position où elle est prête à s'engager.

Quand le ressort est presque détendu complètement, il pousse une griffe qui fixe le signal dans la position à l'arrêt, le protégeant ainsi contre la négligence de l'agent qui oublierait de remonter le ressort.

Le signal lui-même est formé d'un fort anneau en fil métallique sur lequel on a tendu des fils horizontaux, sur lesquels oscillent librement de légères persiennes métalliques. Le signal se tourne avec facilité, car les persiennes offrent peu de résistance au vent. La force motrice étant petite, il importe qu'il faille peu de force pour manœuvrer le signal. Une lanterne à lentilles rouges et blanches est montée sur le sommet du signal et tourne avec lui. R. Séguéla.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

—

Chemins de fer électriques. — La Commission spéciale nommée par le Parlement pour l'étude du projet de loi du chemin de fer électrique *London Central Electric Railway* vient de siéger pour l'entente des témoins pour et contre le projet de loi. Huit pétitions ont été présentées contre le projet de loi, et parmi celles-ci se trouvent celles de deux paroisses importantes de Londres. Le *Metropolitan Board of Works*, cependant, est la seule autorité publique qui se soit présentée devant ladite Commission, les promoteurs ayant introduit, dans leur demande de pouvoirs, des clauses donnant satisfaction à tous les opposants.

Le *Metropolitan Board of Works* explique qu'il ne s'est pas opposé à la loi autorisant une ligne entre Charing-Cross à Waterloo Stations, considérant l'établissement d'une telle ligne comme une expérience désirable; mais qu'il ne croit pas qu'il soit juste, avant que cette expé-

Digitized by Google

rience ait été menée à bonne fin, de donner à cette compagnie des pouvoirs qui lui permettront d'acquérir à des conditions avantageuses des terrains qui ont été achetés par le *Board of Works*, à des prix considérables et aux frais des contribuables.

La Commission, cependant, après avoir entendu un certain nombre de témoins en faveur des promoteurs, a passé outre et décidé que le préambule du projet de loi était approuvé.

Un chemin de fer électrique de montagne. — La traction en montagne est un problème qui peut être élégamment résolu par l'application de l'électricité; et l'utilisation des nombreuses chutes d'eau, dans un pays comme la Suisse par exemple, permettant d'obtenir la puissance motrice à un coût presque nominal, il est probable qu'une application réussie donnera naissance à de nombreuses imitations.

Il est évident que ce genre de traction deviendra, avec le temps, populaire et constituera une branche importante des spécialités électriques.

Un correspondant du *Times* lui envoie des détails sur un essai qui vient d'avoir lieu tout récemment, et dont le succès a causé une grande impression à Genève, où des spéculateurs ont immédiatement adopté l'idée, en vue de doter de nombreuses montagnes voisines de systèmes analogues.

L'essai a eu lieu à Montreux ; la voie doit relier les deux hôtels des Alpes et de mont Fleury qui sont situés à une différence d'altitude de 180 mètres et respectivement l'un à Territet-Chillon et l'autre à Montreux; le voyage durera de 7 à 8 minutes.

Une portion de voie d'environ 50 mètres de longueur fut posée en montagne, l'écartement des rails étant de 50 centimètres et la pente 30 centimètres par mètre. Les deux extrémités de la voie se terminaient en courbes, pour montrer l'avantage de ce système sur le système funiculaire, qui n'admet que des lignes droites.

La force motrice était produite par une locomobile de cinq chevaux, mais celle-ci sera naturellement remplacée par une turbine dans l'installation définitive.

Une machine dynamo-électrique, actionnée par la locomobile, envoie son courant, par l'intermédiaire de câbles nus posés entre les rails, et de frotteurs, à une autre dynamo placée sur le wagon; cette dernière dynamo faisant tourner par une transmission intermédiaire, une roue dentée qui engrène avec une crémaillère placée longitudinalement entre les rails.

Le conducteur a, pour contrôler la descente, qu'il peut effectuer lentement ou rapidement à loisir, deux freins dont un ordinaire et un électrique.

Digitized by Google

Le wagon, qui pouvait contenir quatre personnes pesait, véhicule compris, environ 500 kilogrammes.

La vitesse acquise, à la montée, était de 1 à 2 mètres par seconde, soit de 3,6 à 7,2 kilomètres par heure.

A la descente, la vitesse était, grâce à la combinaison des deux freins, entièrement sous le contrôle du conducteur du train.

Les habitants de Genève, alléchés par le succès de ces expériences, songent déjà à utiliser les eaux de l'Arve pour l'ascension de la Salève.

Éclairage électrique. — *L'Exposition d'hygiène.* — L'Exposition universelle doit être inaugurée le 8 courant.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, l'éclairage électrique doit y jouer un rôle important, ce mode d'illumination étant exclusivement adopté.

Une surprise, cependant, est ménagée aux visiteurs nocturnes, les fêtes de nuit devant être augmentées d'un programme tout à fait inédit.

Les compagnies d'eaux de Londres, au nombre de sept, se sont entendues non seulement pour produire une exhibition collective, mais encore pour la rendre exceptionnellement attractive.

Des travaux hydrauliques considérables ont été exécutés pour leur compte, et d'une cabine sous-marine, installée dans le milieu d'un grand bassin, auront lieu des projections de puissants foyers électriques, au moyen de réflecteurs paraboliques, sur des jets d'eau de hauteur considérable. Des effets de lumière électrique seront produits sur des cascades placées de chaque côté de la statue du prince Albert, et des feux de couleurs seront projetés sur environ 200 jets émergeant de lis gigantesques. Il est même projeté d'obtenir des vues de lanternes magiques sur les nappes des jets d'eau combinées, en guise d'écran.

L'Exposition internationale (lisez: foire universelle) du Palais de Cristal vient d'être ouverte.

Le Palais est illuminé au moyen de 75 lampes à arc d'une puissance lumineuse dite de 2000 candles (nominales).

Il serait cependant temps, dans l'ère de mesures précises qui caractérisent notre époque, que l'on en finisse avec les mesures nominales. Lorsque des marchands (spéculateurs) de lumière électrique bien connus sont mis au pied du mur, ils répondent que les 2000 *candles power* dont ils gratifient leur lumière instable et incertaine sont seulement 2000 candles *nominales*, admettant que la lumière effective est moindre que ce chiffre quelque peu hyperbolique et certainement exagéré.

Lorsque, d'autre part, nous avons affaire à des constructeurs, il se trouve que le cheval nominal n'est réellement que la moitié, un tiers, ou même un quart du cheval effectif.

Digitized by Google

Comment une mesure nominale peut-elle être, dans un cas, les 25 pour 100 de la mesure effective, et dans un autre cas quatre fois plus grande que la mesure effective qu'elle est supposée représenter? On ne peut se l'expliquer que par la singulière anomalie qui caractérise les mesures anglaises en général. J.-A. Berly.

CONFÉRENCE INTERNATIONALE

POUR LA DÉTERMINATION DES UNITÉS ÉLECTRIQUES

La Conférence internationale vient de terminer ses travaux.

Réunie pour la première fois du 16 au 26 octobre 1882, elle s'était ajournée au mois d'octobre 1883, et s'est réunie pour la seconde fois, à Paris, du 28 avril au 3 mai 1884.

Nous nous proposons d'enregistrer ici les résultats de ses travaux, nous réservant de les étudier plus en détail lorsque tous les documents et tous les procès-verbaux seront publiés.

Première Commission.

UNITÉS ÉLECTRIQUES PROPREMENT DITES.

Voici le résumé des décisions prises par la conférence dans sa séance générale de clôture du 3 mai 1884.

L'*ohm légal* est représenté par une colonne de mercure de 1 millimètre carré de section et de 106 centimètres de longueur à la température de la glace fondante.

L'*ampère* est égal à 10^{-1} unités électro-magnétiques C. G. S. d'intensité.

Le *volt* est la force électromotrice qui soutient un courant d'un ampère dans une résistance égale à l'ohm égal.

Indépendamment de l'étalòn primaire de résistance, réprésenté par une colonne de mercure, on pourra réaliser des étalons solides en maillechort, platine-argent, platine-iridium, etc., qui seront comparés fréquemment entre eux et avec l'étalon primaire.

Deuxième Commission.

COURANTS TERRESTRES ET ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.

Après avoir examiné un grand nombre de statistiques qui lui ont été soumises, statistiques qui ont bien mis en relief l'efficacité des para-

Digitized by Google

tonnerres, la Commission a décidé qu'il y avait lieu de continuer les observations. Le résultats de ces observations seront centralisés par le bureau télégraphique international de Berne, qui les communiquera aux États adhérents à la Conférence internationale.

Troisième Commission.

DÉTERMINATION D'UN ÉTALON DE LUMIÈRE.

L'unité de chaque lumière simple est la quantité de lumière de même espèce émise normalement par 1 centimètre carré de platine à la température de solidification.

L'unité pratique de lumière blanche est la lumière totale émise par 1 centimètre carré de platine à la température de solidification.

L'étalon de lumière permettra de fixer la valeur relative des étalons usuels : bougie, lampe Carcel, lampe Siemens. Cette dernière est une petite lampe dans laquelle on brûle du valérate d'amyle, corps qu'on se procure facilement à l'état de pureté, en donnant à la flamme une hauteur de 4 centimètres, et au bec des dimensions déterminées une fois pour toutes.

Les décisions de la Conférence internationale pour la détermination des unités électriques conduisent à certaines conséquences dont nous croyons utile de faire ressortir les principales :

Les unités pratiques dont on a fait usage jusqu'ici étaient établies en partant de l'étalon ohm déterminé par l'Association britannique et connu sous le nom d'unité B. A. Il résulte des décisions de la conférence que l'unité B. A. de résistance ne représente, ni l'ohm théorique, défini comme étant égal à 10^9 unités C. G. S. de résistance, ni l'ohm légal, défini comme nous venons de le faire plus haut. Les rapports entre ces unités sont les suivants :

1 ohm légal = 1,01116 ohm B. A,
1 ohm B. A. = 0,9887 ohm légal.

L'ohm de l'Association britannique est donc environ 1,1 pour 100 *trop petit*. Comme la valeur de l'ampère ne change pas, il en résulte que le volt B. A. dont on s'est servi jusqu'ici n'est plus égal au volt légal.

En effet, en désignant respectivement par les indices *a* et *l* les unités dans chacun des systèmes, on a, en exprimant que la valeur de l'ampère reste la même, l'équation :

$$I = \frac{E_a}{R_a} = \frac{E_l}{R_l};$$

Digitized by Google

d'où l'on tire :

$$E_l = E_a \cdot \frac{R_l}{R_a}$$

$$E_l = 1{,}01116\ E_a.$$

Le volt légal est donc 1,1 pour 100 *plus grand* que le volt de l'Association britannique; les chiffres qui expriment les forces électromotrices en unités B. A. sont donc 1,1 pour 100 trop grands.

En appliquant la correction à l'étalon de Latimer Clark (1,457 volt B. A.) et à l'étalon du Post-Office de Londres (1,079 volt B. A.), on trouve que les nouvelles valeurs en *volts légaux* de ces étalons sont :

1 étalon Latimer-Clark = 1,44 volt légal à 15°,5 C.
1 étalon Post-Office de Londres = 1,067 volt légal.

La valeur nouvelle de l'étalon de Latimer Clark s'acorde d'ailleurs très sensiblement avec celle que lui assigne lord Rayleigh à la suite de ses dernières expériences faites avec Mlle Sidgwick et qui serait, d'après ces habiles expérimentateurs, de 1,434 volt.

Le *coulomb légal* reste ce qu'il était, puisque, par définition, sa valeur est égale en produit de l'intensité par le temps, et que les deux unités qui entrent dans sa définition restent les mêmes.

Le *microfarad légal* change et devient plus petit, puisque sa valeur est donnée par le rapport $\frac{Q}{E}$.

Comme E devient plus grand, il en résulte que l'unité légale de capacité devient plus petite que le microfarad de l'Association britannique. Il faudra donc changer l'étalon de capacité actuellement adopté par les constructeurs, ou affecter les types anciens d'un coefficient de correction.

Nous ne pousserons pas plus loin l'examen des conséquences qui résultent de l'adoption de l'*ohm légal;* ce que nous en avons dit suffit pour établir que les erreurs ne dépassent guère *un pour cent*, elles sont par conséquent tout à fait négligeables dans la pratique industrielle courante, car les méthodes et les appareils de mesure industriels ne se prêtent que très rarement à une exactitude de même ordre.

L'établissement des copies des étalons et leur vérification fréquente nous semblent devoir être le rôle principal du *Laboratoire central d'électricité* dont la Conférence internationale n'a pas cru devoir se préoccuper. Nous regrettons vivement, pour notre part, cette apparente

Digitized by Google

indifférence qui nous privera longtemps encore d'un établissement sur lequel on était en droit de compter dans un avenir prochain.

La création des étalons usuels de lumière et leur étalonnage devraient figurer aussi tout naturellement sur la liste des travaux que le *Laboratoire central d'électricité* aurait à entreprendre et mener à bonne fin. Nous espérons que la France ne laissera pas à l'étranger l'honneur d'achever des études dont elle a eu l'intelligente initiative, et qu'elle saura donner bientôt une sanction matérielle aux importantes décisions prises par la Conférence internationale pour la détermination des unités électriques.

On trouvera ci-après deux notes présentées à l'Académie des sciences dans sa séance du 28 avril dernier, l'une sur la détermination de l'ohm, par MM. E. Mascart, F. de Nerville et R. Benoît; l'autre sur l'étalon absolu de lumière, par M. J. Violle, qui expliquent et justifient les décisions prises par la Conférence internationale. E. H.

SUR LA DÉTERMINATION DE L'OHM

PAR MM. E. MASCART, F. DE NERVILLE ET R. BENOIT

Afin de répondre au programme de la Commission internationale des unités électriques, nous avons organisé une série d'expériences pour déterminer les dimensions de la colonne de mercure à zéro qui représente l'unité de résistance pratique, ou la valeur de l'ohm ; nous ne pouvons dans cette note donner qu'un court résumé des méthodes et des résultats.

La résistance absolue d'un circuit conducteur a été mesurée par le courant induit qui se développe quand on déplace ce circuit dans le champ magnétique terrestre (Weber), ou quand on la soumet à l'action d'un courant voisin (Kirchhoff). Ces deux méthodes avaient l'avantage de présenter plusieurs caractères communs et de comporter l'emploi des mêmes instruments, de manière à se prêter à un contrôle réciproque.

Pour éliminer les erreurs systématiques, nous avons construit 5 bobines, dont 2 étaient recouvertes de plusieurs fils distincts, et l'on a utilisé 17 combinaisons différentes, à vrai dire inégalement avantageuses.

Dans la première méthode, on fait tourner brusquement d'une demi-circonférence, autour d'un axe vertical, un cadre d'abord per-

Digitized by Google

pendiculaire au méridien magnétique, et l'on observe l'impulsion imprimée par le courant induit à l'aiguille d'un galvanomètre intercalé dans le circuit. La résistance est donné par l'expression.

$$R = 2S\frac{H}{h}g\frac{\pi}{\tau\theta}, \qquad (1)$$

dans laquelle S désigne la surface enveloppée par le fil du cadre, H et h les valeurs de la composante horizontale du champ magnétique aux points où se trouvent le cadre et le galvanomètre balistique, g la constante du galvanomètre, c'est-à-dire l'action de l'unité de courant sur l'aiguille, θ l'angle d'impulsion corrigé de l'amortissement et τ la durée des oscillations infiniment petites, toutes réductions faites.

Dans la seconde méthode, l'induction sur le cadre est produite par l'inversion d'un courant voisin. En appelant I le courant inducteur, M le coefficient d'induction mutuelle des deux circuits, et conservant aux autres lettres la même signification, la résistance du circuit induit est

$$R = 2M\frac{Ig}{h}\frac{\pi}{\theta\tau}.$$

L'intensité I étant déterminée par la déviation α d'une boussole des tangentes dont les éléments sont h' et g', on a

$$R = 2M\frac{g}{g'}\frac{h'}{h}\frac{\pi}{\tau\theta}\operatorname{tang}\alpha. \qquad (2)$$

Pour éliminer de la formule (1) les quantités H, h et g, on a utilisé le cadre lui-même comme boussole des tangentes et fait passer dans le cadre et le galvanomètre un courant commun qui donnait les déviations Δ et δ. G étant la constante du cadre, on a

$$R = 2SG\frac{\operatorname{tang}\delta}{\operatorname{tang}\Delta}\frac{\pi}{\tau\theta}. \qquad (1)'$$

On élimine de même les quantités h, g, h' et g' de la formule (2), en observant les déviations δ et δ' produites par un courant commun dans le galvanomètre balistique et la boussole des tangentes, ce qui donne

$$R = 2M\frac{\operatorname{tang}\delta}{\operatorname{tang}\delta'}\frac{\pi}{\tau\theta}\operatorname{tang}\alpha. \qquad (2)'$$

Les expressions (1)′ et (2)′ ne renferment plus que les données

Digitized by Google

directes de l'expérience et les quantités S, G et M qui sont déterminées par les dimensions des bobines.

Les éléments S et G d'une bobine à gorge rectangulaire se déduisent, par les méthodes connues, de la longueur du fil, du nombre de tours et des dimensions de la gorge.

Le coefficient M d'induction mutuelle de deux bobines peut être calculé à l'aide des intégrales elliptiques, suivant une méthode indiquée par Maxwell; mais ce calcul nous a paru beaucoup plus simple par l'emploi d'une série développée suivant les puissances croissantes du rapport des rayons moyens.

Lorsque, dans la méthode de Weber, les différents fils des bobines multiples sont réunis en série ou en dérivation, les quantités G et S qui entrent dans la formule (1)′ peuvent être déduites de celles qui sont relatives aux fils distincts par la loi habituelle des courants dérivés, dont l'application est alors légitime. On calcule de la même manière le coefficient d'induction mutuelle d'une bobine à fil unique et d'une bobine à fils multiples groupés partiellement en série ou en dérivation.

Les appareils ont été installés au Pavillon français, dans le parc de Trianon, que M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts avait bien voulu mettre à notre disposition. Nous avons fait ainsi, avec différentes combinaisons de bobines et d'après les deux méthodes, plus de cinquantes séries complètes d'observations, dont chacune exigeait de deux heures et demie à trois heures. La résistance du circuit étant comparée chaque fois à celle d'un étalon (B.A.U.) de l'Association britannique, il en est résulté comme moyenne générale

$$\text{B.A.U} = 0{,}9861 \text{ ohm.}$$

Pour évaluer cette résistance en colonne de mercure, on a construit quatre tubes de 1 millimètre carré de section environ, et on leur a donné une longueur telle que, une fois pleins de mercure, ils eussent sensiblement la même résistance qu'un étalon B.A.U.

Ces tubes avaient été préalablement divisés en parties d'égale longueur et calibrés avec le plus grand soin au Bureau international des poids et mesures, avec l'autorisation et le bienveillant concours de M. Broch. Chacun des tubes ayant été ajusté à ses extrémités dans des vases en verre à large ouverture, on l'a rempli de mercure *dans le vide* et l'on a comparé sa résistance avec celle d'un étalon B.A.U., à la température ordinaire et dans la glace fondante.

L'expérience a montré d'ailleurs que le remplissage dans l'air n'affectait, d'une manière appréciable, ni les pesées relatives au calibrage, ni la résistance électrique.

Digitized by Google

Le terme de correction pour la résistance aux extrémités a été calculé par la formule de lord Rayleigh; on a vérifié d'ailleurs directement l'exactitude de cette formule en coupant un tube en plusieurs fragments, rattachés entre eux par des vases à large ouverture, en déterminant la variation de résistance produite par chacune des coupures.

Des mesures très concordantes sur les quatre tubes ont donné :

1 unité mercurielle = 0,95374 B.A.U. ;

par suite,

1 unité mercurielle = 0,9405 ohm.

Il en résulte que la longueur de la colonne de mercure à zéro, de 1 millimètre carré de section, qui représente la valeur de l'ohm, est de $1063^{mm},3$.

Ce résultat est la moyenne brute des expériences sans aucune distinction. Toutefois une discussion plus attentive, dans laquelle on met à part les expériences qui présentent le plus de garanties, soit par la grandeur des impulsions, soit surtout par les conditions dans lesquelles les sensibilités des deux galvanomètres étaient comparées, en tenant compte aussi de quelques corrections accessoires, conduit à considérer le nombre $106^{cm},3$ comme étant un peu trop élevé.

SUR L'ÉTALON ABSOLU DE LUMIÈRE

PAR M. J. VIOLLE.

L'étude de la radiation émise par l'argent fondu[1] avait essentiellement pour but de vérifier le principe de la méthode qui consiste à prendre comme étalon de lumière un métal à son point de fusion, suivant l'idée que j'avais formulée au Congrès international des électriciens en 1881.

Les recherches préliminaires ayant établi la constance du rayonnement pendant toute la durée de la solidification, j'ai pu aborder avec sûreté la réalisation de l'étalon absolu.

Je prends comme unité absolue de lumière la radiation émise par une surface de 1 centimètre carré de platine à son point de solidification.

[1] Voy. *Compt. rend.*, t. XCVI, p. 1033.

Digitized by Google

suffit d'augmenter la surface pour obtenir un multiple déterminé de l'unité.

La lampe Carcel, type Dumas et Regnault, ayant été adoptée comme étalon secondaire usuel, j'ai dû chercher, en premier lieu, à établir la valeur de cette lampe relativement à mon étalon prototype. Par différentes méthodes bien concordantes, j'ai trouvé pour valeur de la lampe Carcel normale C :

$$C = \frac{1}{2{,}08};$$

d'où, en tenant compte des surfaces, on conclut que l'intensité intrinsèque de notre étalon est, à très peu près, onze fois celle de la lampe Carcel.

J'ai opéré également sur les foyer électriques. La comparaison avec l'étalon s'est montrée pratiquement très satisfaisante. Je rapporterai seulement les expériences faites avec les lampes à incandescence, dont la constance et la couleur rendent la comparaison avec le platine très facile et très sûre.

La lampe à incandescence (système Swan) était alimentée par une batterie de 30 accumulateurs de Kabath. Une boîte de résistance intercalée dans le circuit permettait de faire varier le régime. Toutes les minutes, un observateur notait l'intensité i du courant et la chute de potentiel e entre les bornes de la lampe. Il suffisait donc de relever l'instant de chaque mesure photométrique pour connaître le régime correspondant de la lampe et, par suite, son pouvoir éclairant E, des expériences spéciales effectuées au commencement et à la fin de chaque séance ayant établi ce pouvoir éclairant pour différentes valeurs de ie. Les valeurs relatives de E, inscrites plus bas, étant déduites des mesures électriques, sont indépendantes des variations possibles de la lampe Carcel.

Pour effectuer la comparaison de la lampe électrique à l'étalon, on s'est servi d'un photomètre de Bunsen, que l'on pouvait déplacer entre les deux sources séparées l'une de l'autre par une distance horizontale de 4 mètres. Les rayons émis verticalement par le platine étant rabattus horizontalement au moyen d'un miroir à 45 degrés, la distance effective totale était de $4^m{,}50$ environ. Elle a été déterminée chaque fois exactement ; nous la désignerons par Δ ; nous appellerons D la distance du platine au photomètre.

Dans une première séance, trois observateurs différents ont fait chacun six mesures. Des dix-huit déterminations ainsi obtenues, on peut déduire autant de valeurs de l'expression $\frac{ED^2}{(\Delta - D)^2}$, représentant

Digitized by Google

l'intensité, en carcels, de la lumière que réfléchit le miroir placé au-dessus du platine. Relativement aux observateurs, ces valeurs se partagent en trois groupes, dont les moyennes respectives sont :

G.	7,018
M.	7,016
V.	7,035
Moyenne.	7,023

Relativement au régime de la lampe, elles se divisent encore en trois groupes :

i.	e.	ie.	E.	D.	$\frac{D^2}{(\Delta-D)^2}$	$\frac{ED^2}{(\Delta-D)^2}$	
0,87.	48,2	42,4	1,64	3060	4,275	7,011	(7 exp.)
»	48,5	42,7	1,75	3033	4,067	7,066	(3 —)
»	48,4	42,6	1,71	3040	4,108	7,023	(8 —)
					Moyenne.	7,023	

Dans une dernière séance, on fit varier beaucoup plus le régime de la lampe; le tableau suivant résume les observations :

i.	e.	ie.	E.	D.	$\frac{D^2}{(\Delta-D)^2}$	$\frac{ED^2}{(\Delta-D)^2}$	
0,86.	47,7	41,0	1,35	3140	5,177	6,989	(3 exp.)
»	47,9	41,2	1,47	3130	5,070	6,947	(2 —)
»	48,0	41,2	1,38	3130	5,071	6,998	(2 —
0,89.	49,3	43,9	1,70	3030	4,135	7,029	(3 —)
0,90.	49,5	44,6	1,80	2995	3,837	6,943	(2 —)
					Moyenne.	6,986	

Les mesures photométriques s'accordent bien avec les mesures électriques. Elles donneraient pour la carcel normale $C = \frac{1}{2,07}$, valeur très voisine de celle que nous avons trouvée directement.

En résumé, le platine à son point de fusion remplit les conditions que l'on doit exiger d'un étalon absolu de lumière : il repose sur un phénomène physique parfaitement défini et constant, et, d'une grandeur convenable, il constitue un terme de comparaison pratique avec les étalons usuels.

Digitized by Google

CONFÉRENCE SUR LES DIVERS MODES D'EXCITATION
DES MACHINES DYNAMO-ÉLECTRIQUES

PAR M. F. UPPENBORN

— —

M. H. Uppenborn a fait aux membres de la Société des électriciens de Vienne (*elektrotechnischer Verein in Wien*) une conférence sur les divers modes d'excitation des machines dynamo-électriques, dont nous nous bornerons à résumer les traits principaux, en empruntant au bulletin de cette Société (*Zeitschrift für Elektrotechnik*) les divers diagrammes nécessaires à l'intelligence du sujet.

A un nombre de tours d'une machine dynamo-électrique et à une résistance extérieure r_1 donnés, correspondent des valeurs déterminées :

De la différence de potentiels aux bornes, e;

De l'intensité du courant qui traverse le circuit extérieur, i_1;

Du travail utile ei_1;

Et du rendement k.

Pour se représenter, par suite, d'une façon rigoureuse le régime d'une dynamo, il faudrait prendre trois axes coordonnés x, y, z, porter en x le nombre de tours, en y la résistance extérieure et en z les valeurs correspondantes de e_1, i_1, ei_1 et k. Mais comme chaque type de machine est conçu de manière à marcher à une vitesse normale déterminée par le constructeur, il en résulte qu'en pratique, il n'est intéressant de connaître les valeurs des variables susnommées que pour cette vitesse normale, et pour toutes les résistances extérieures pratiques. Plus n'est besoin donc de recourir à des surfaces courbes, deux axes coordonnés suffisent; on portera en abscisses les diverses valeurs de la résistance extérieure et en ordonnées les valeurs des variables correspondantes; l'intensité i_1 et la différence de potentiels aux bornes e seront mesurées directement; le rapport de ces deux quantités $\frac{e}{i_1}$ représentera la résistance extérieure r_1, leur produit ei_1 donnera le travail utile et, quant au rendement k, il sera calculé différemment suivant le mode d'excitation de la dynamo. On aura ainsi pour chaque variable une courbe régulière riche en enseignements.

On distingue trois types différents de machines dynamo-électriques

Digitized by Google

suivant leur mode d'excitation ; ce sont : la *série-dynamo*, la *shunt-dynamo*, et la *compound-dynamo*.

1° *Série-dynamo* (fig. 1). — L'inducteur fait partie du circuit général. L'inducteur, l'induit et la résistance extérieure sont parcourus par

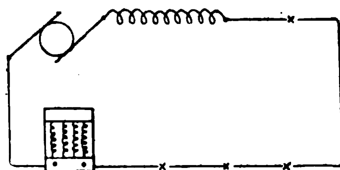


Fig. 1. — Série-dynamo.

un courant de même intensité. Le rendement est exprimé par :

$$\frac{ei_1}{Ei_1} = \frac{r_1 i_1^2}{r_1 i_1^2 + r_2 i_1^2} = \frac{r_1}{r_1 + r_2},$$

r_1 étant la résistance extérieure, r_2 la résistance de l'induit et de l'inducteur. En examinant le diagramme correspondant (fig. 2), on voit

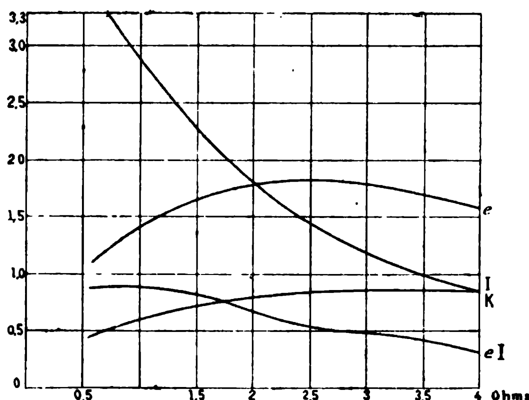


Fig. 2. — Courbes de la série-dynamo.

que l'intensité diminue très vite quand la résistance r_1 augmente ; la différence de potentiel aux bornes augmente, passe par un maximum et diminue. Le maximum du travail utile correspond au moment où la résistance extérieure est à peu près égale à la résistance intérieure de la machine, ce qui est conforme à la théorie ; le rendement est alors voisin de 50 pour 100, un peu plus faible. La courbe du rendement va sans cesse en augmentant.

Digitized by Google

2° *Shunt-dynamo* (fig. 3). — Le courant induit se dérive en partie dans le circuit extérieur, en partie dans l'inducteur. Soient r_1 la

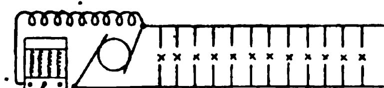


Fig. 3. — Shunt-dynamo.

résistance extérieure, r_2 celle de l'induit, r_3 celle de l'inducteur, i_1, i_2, i_3 les intensités correspondantes, le rendement sera :

$$K = \frac{r_1 i_1^2}{r_1 i_1^2 + r_2 i_2^2 + r_3 i_3^2}.$$

Si nous examinons le diagramme correspondant (fig. 4), nous remarquons que les intensités i_1 et i_2 du circuit extérieur et de l'in-

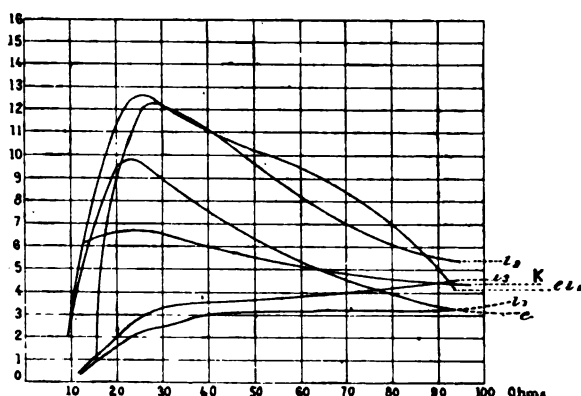


Fig. 4. — Courbes de la shunt-dynamo.

duit, le travail utile ei_1 et le rendement k atteignent leur maximum pour la même résistance extérieure, tandis que la différence de potentiels aux bornes e, et l'intensité i_3 de l'inducteur vont sans cesse en croissant.

Ce mode d'excitation convient quand on a affaire à des résistances extérieures très différentes ; elle est très avantageuse également pour les applications électro-chimiques, parce que la polarité des inducteurs ne peut pas être inversée par des courants de polarisation. Par contre, le travail utile au-dessous d'une certaine résistance extérieure diminue rapidement et se réduit bientôt à zéro.

Digitized by Google

3° *Compound-dynamo* (fig. 5). — Cette machine, comme l'indique son nom, est une combinaison des deux autres. Une partie des inducteurs est en série, l'autre en dérivation.

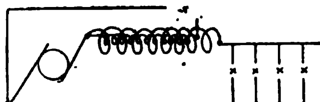


Fig. 5. — Compound-dynamo.

Soient r_1 la résistance extérieure, r_2 celle de l'électro en série, r_3 celle de l'électro en dérivation, r_4 la résistance de l'induit, i_1, i_2, i_3, i_4, les intensités correspondantes, le rendement sera exprimé par :

$$K = \frac{r_1 i_1^2}{r_1 i_1^2 + r_2 i_2^2 + r_3 i_3^2 + r_4 i_4^2}.$$

La propriété caractéristique de cette disposition réside en ce que la différence de potentiels aux bornes reste constante quelle que soit la résistance extérieure. On aurait presque pu le prévoir, puisque ce

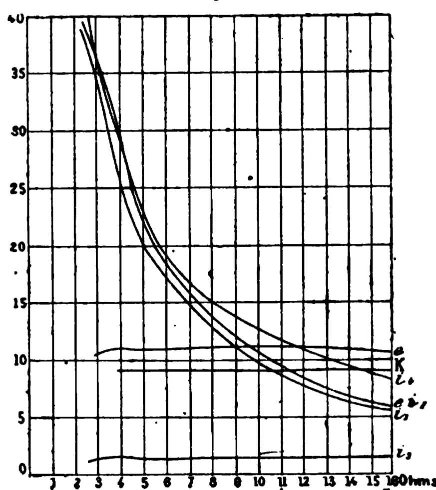


Fig. 6. — Courbes de la compound-dynamo.

type participe à la fois aux propriétés des deux autres ; or, dans le premier, *e* descend presque en ligne droite, tandis qu'elle monte presque en ligne droite dans le second ; elle devait donc, dans la combinaison des deux, rester parallèle à l'axe des x ; c'est ce qui se réalise très sensiblement (voy. fig. 6).

Digitized by Google

Tandis que l'intensité i_1, le travail utile ei_1, diminuent hyperboliquement quand la résistance extérieure augmente, la différence de potentiels aux bornes et le rendement restent à très peu près constants. C'est grâce à cette propriété que ce mode d'excitation est si avantageux pour les installations centrales de transmission de force; pourvu que le nombre de tours reste constant, la machine se passe de régulateur, l'intensité produite correspond toujours aux besoins et la machine travaille avec un rendement constant; en un mot, c'est l'idéal de la machine dynamo-électrique. Ce mode d'excitation a une valeur toute particulière pour l'installation d'un petit nombre de lampes à incandescence. Avec la série-dynamo, quand on éteint quelques lampes, les autres brûlent d'abord avec plus d'éclat, mais si le nombre de lampes éteintes augmente, les lampes restantes s'assombrissent et finalement ne donnent plus de lumière du tout. Avec la shunt-dynamo, au fur et à mesure que l'on supprime des lampes, les autres éclairent de plus en plus, et sont sérieusement exposées à être brûlées, sans compter que cet éclat ne convient nullement au but que l'on se propose d'atteindre. Avec la compound-dynamo on peut éteindre à la fois des groupes entiers de lampes, sans modifier en quoi que ce soit l'intensité des lampes restantes, ni par suite leur éclat antérieur.

Ces trois modes d'excitation nous permettent donc de réaliser tous les desiderata. La série-dynamo continuera à être employée pour une lampe unique ou pour un groupe constant de lampes; elle sera également utilisée pour le transport de la force. La shunt-dynamo est éminemment propre à l'électrolyse, et la compound-dynamo à la distribution de l'énergie. N. T.

EXPOSITION D'ÉLECTRICITÉ DE PHILADELPHIE

La figure ci-dessous représente une vue d'ensemble du bâtiment de l'Exposition d'électricité de Philadelphie, et qui, au terme du contrat passé avec l'entrepreneur, doit être terminé à la date du 15 juin.

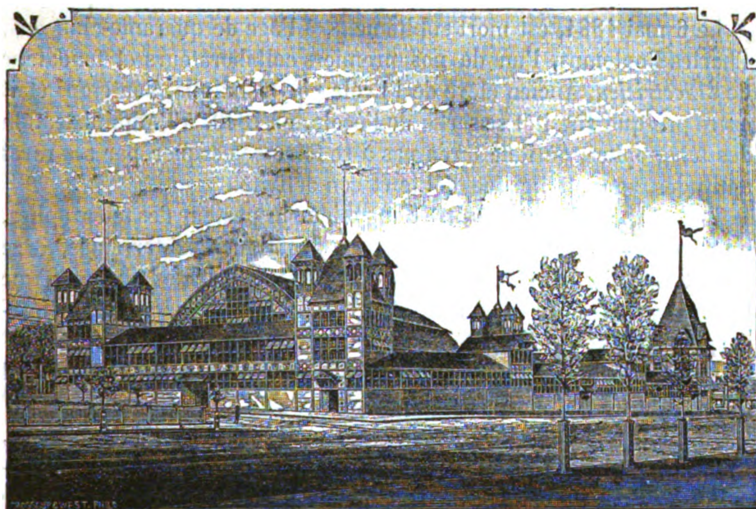
Le bâtiment, de forme rectangulaire, aura environ 100 mètres de longueur sur 55 de largeur. Il se compose d'une arche centrale de style gothique ayant 33 mètres de largeur et 65 mètres de longueur, et de deux galeries latérales plus petites de 10 mètres de largeur et de longueur égale à celle de la galerie principale.

Digitized by Google

A chacun des quatre angles des bâtiments se trouve une tour de 18 mètres de hauteur.

Les deux galeries latérales seront à deux étages, et les quatre tours seront à trois étages. Les communications entre ces étages seront assurées par deux longs couloirs.

Le reste du terrain consacré à l'Exposition occupe une surface triangulaire qui comportera un bâtiment d'un étage relié à la grande galerie centrale. Les entrées prévues sont au nombre de cinq, mais elles seront modifiées, augmentées et distribuées suivant les exigences du service, au moment de l'achèvement des travaux. Telles sont les principales dispositions que présentera l'Exposition internationale



Vue d'ensemble de l'Exposition internationale d'électricité de Philadelphie.

d'électricité dont nous avons déjà publié le règlement et la classification.

Le Congrès de l'Association Américaine pour l'avancement des sciences doit se tenir cette année à Philadelphie, et la présence d'un certain nombre de membres de l'Association Britannique dont le Congrès se réunira à Montréal attirera sans doute un grand nombre de savants étrangers à l'Exposition de Philadelphie.

Le caractère essentiellement scientifique de cette exposition est assuré par ce fait qu'elle est due à l'initiative du *Franklin institute* de l'État de Pensylvanie.

Digitized by Google

Nos nationaux ont là une occasion toute particulière de faire connaître leurs produits en Amérique, et nous espérons qu'ils sauront en profiter.

NÉCROLOGIE

CHARLES BONTEMPS

Le 6 mai 1884, est mort subitement, à l'âge de quarante-cinq ans, Charles Bontemps, l'un de nos premiers collaborateurs et fondateur de l'*Électricien*. Ancien élève de l'École polytechnique, Bontemps était entré presque aussitôt sa sortie de l'école, en 1860, à l'Administration des télégraphes, où il ne tarda pas à se faire remarquer par ses rares aptitudes, son intelligence d'élite et son activité.

Chargé spécialement, à titre d'ingénieur-inspecteur des télégraphes, du service des tubes pneumatiques et des lignes souterraines, il se signala dans ces questions délicates et nouvelles par des travaux d'une haute importance pratique. Il laisse un traité des transmissions télégraphiques qui fait autorité en la matière. Nos lecteurs ont pu apprécier sa compétence et sa clarté d'exposition dans les articles où il exposait le télégraphe Baudot aux lecteurs de l'*Électricien*.

Ch. Bontemps sera sincèrement regretté de tous ceux qui l'ont connu, car sa franchise, sa loyauté et sa bonté lui attiraient aussitôt les sympathies, et ces sympathies étaient nombreuses, si l'on en juge par le nombre de ceux qui l'ont accompagné à sa dernière demeure.

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 28 *avril* 1884.

M. Quet présente une note *sur l'application des lois de l'induction à la théorie hélio-électrique des perturbations du magnétisme terrestre.*

Digitized by Google

Résistance apparente de l'arc voltaïque des phares. — Note de M. F. Lucas, présentée par M. Cornu (Extrait).

L'arc voltaïque ordinaire des phares (*lumière simple*) jaillit entre les pointes de deux charbons Carré, de 16 millimètres de diamètre, dont l'écartement est maintenu à peu près constant (4 millimètres en moyenne) par l'action d'un régulateur Serrin. L'introduction d'un arc voltaïque dans un circuit desservi par une magnéto-électrique à courants alternatifs produit toujours une diminution de l'intensité moyenne du courant; les choses se passent comme si l'arc était lui-même un conducteur dont la résistance ζ serait une fonction de deux variables, savoir : l'intensité I du courant électrique et l'écartement ε des pointes des charbons. On peut donc poser

$$\zeta = \varphi(I)\,\psi(\varepsilon),$$

φ et ψ étant deux fonctions inconnues qu'il s'agit de déterminer.

En faisant varier l'intensité du courant entre 40 et 75 ampères et la distance des pointes de charbons entre 0 et 9 millimètres, M. Lucas a trouvé que la résistance ζ de l'arc voltaïque peut être représenté par la formule

$$\zeta = 0{,}40 \text{ ohm} \left(1 - \frac{1}{80 \text{ amp}}\right)\left(1 + \frac{\varepsilon}{1^{mm},4}\right).$$

Avec une intensité de 50 ampères et un écartement de $0^{m},004$ entre les pointes des crayons Carré, conditions normales de la production de l'arc voltaïque de nos phares, la résistance de cet arc est de 0,58 ohm.

Sur les courants telluriques. — Note de M. E.-E. Blavier.

Depuis les dernières communications que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie des sciences, j'ai continué, à l'École supérieure de télégraphie, mes expériences journalières sur les courants telluriques. Ces expériences ont conduit à des résultats intéressants, parmi lesquels je demande la permission de signaler les deux suivants :

J'ai pris trois lignes différentes, situées l'une au nord de Paris, de Paris à Lille, la seconde sur le prolongement de la première, de Paris à Juvisy, et la troisième parallèle aux deux autres, mais située à 360 kilomètres environ de distance, de Nancy à Dijon. Cette dernière était en relation avec l'appareil enregistreur par les deux fils de Paris à Nancy et de Paris à Dijon. Quant aux résistances totales, elles étaient égales à 10 000 ohms pour les lignes de Paris à Lille et de

Digitized by Google

Nancy à Dijon, et à 1000 ohms seulement pour la ligne, beaucoup plus courte, de Paris à Juvisy. Ces trois lignes ont fourni des courbes absolument identiques. Les courants telluriques correspondent donc à un phénomène général et les circonstances locales (rivières, montagnes, etc.) n'ont sur eux aucune influence.

Le second point sur lequel je désire appeler l'attention de l'Académie est encore plus important. J'ai comparé les courbes données par les courants telluriques aux courbes magnétiques de l'observatoire de Saint-Maur, que M. Mascart a eu l'obligeance de mettre à ma disposition. On reconnaît facilement que tout courant tellurique accidentel correspond à une perturbation magnétique, les lignes qui ont la direction du nord au sud étant affectées par les variations de la déclinaison, et celles qui vont de l'ouest à l'est par les variations de la composante horizontale. Mais, en examinant les courbes fournies par les deux phénomènes, il est aisé de voir que les courants telluriques correspondent aux variations du magnétisme terrestre ou, en d'autres termes, qu'elles en sont les dérivées, c'est-à-dire que leur ordonnée en chaque point est proportionnelle à la tangente trigonométrique de l'angle que forme avec l'axe la tangente à la courbe magnétique.

Les courbes telluriques coupent l'axe qui correspond à l'absence de tout courant aux instants de maxima et de minima des courbes magnétiques. Les différences très faibles qu'on trouve sur les feuilles d'enregistrement des deux phénomènes tiennent à ce quc les lignes de Paris à Dijon et de Paris à Nancy, sur lesquelles ont été faites les expériences, ne sont pas situées exactement dans la direction du méridien et du parallèle magnétiques.

Si l'on admet, ce qui paraît hors de doute, que les variations magnétiques sont dues à des courants électriques, on peut déduire de la comparaison des courbes une conséquence importante.

Lorsque la déclinaison augmente, le courant induit qui se développe dans les fils télégraphiques est de sens contraire à celui qui produit cette augmentation. Or, les courbes telluriques donnent à chaque instant la direction de ce courant induit : on peut donc en déduire celle du courant qui agit sur l'aiguille aimantée.

Connaissant la direction de ce courant, on peut savoir, par le sens de la variation de la déclinaison ou de la composante horizontale, s'il existe au-dessus ou au-dessous de l'aiguille.

L'examen des courbes montre qu'un accroissement de la déclinaison correspond toujours à un courant tellurique allant du nord au sud; le courant électrique qui produit la variation magnétique doit donc aller du sud au nord, et, pour faire dévier l'aiguille aimantée

Digitized by Google

vers l'ouest, il doit circuler dans les régions supérieures de l'atmosphère et non à l'intérieur de la terre.

La comparaison des courbes qui donnent les variations de la composante horizontale et les courants telluriques sur les lignes qui vont de l'est à l'ouest conduisent au même résultat.

Enfin on arrive à la même conclusion en examinant le sens des courants qui produisent les mouvements journaliers et à peu près réguliers de l'aiguille aimantée. On sait que tous les jours, de huit heures du matin à une heure de l'après-midi, le pôle nord de l'aiguille se meut vers l'ouest : pendant le même temps le courant tellurique induit marche en France dans les fils télégraphiques du nord-ouest au sud-est et correspond à un courant primaire ayant une direction inverse, dont l'intensité augmente. Pour produire le mouvement de l'aiguille, ce courant doit exister dans l'atmosphère.

Ainsi donc les variations du magnétisme terrestre, régulières et accidentelles, sont dues à des courants électriques qui circulent dans l'atmosphère, à une distance plus ou moins grande du sol, et dont le circuit se complète soit directement, s'ils enveloppent complètement notre globe, soit par l'intermédiaire de la terre, mais à une profondeur assez grande pour ne pas avoir d'action sur l'aiguille aimantée. Dans tous les cas ce circuit ne se complète pas par la surface de la terre, comme le pensait M. de la Rive.

M. *Tresca* présente une note de M. G. Cabanellas : *Déterminer directement l'ordre de la cause du déficit des machines dynamo-électriques.*

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 4 avril 1884.

M. Émile Reynier présente à la Société ses *Accumulateurs au cuivre* et *au zinc*. Ils se composent essentiellement d'un *positif Planté* à grande surface, mis en présence d'une lame de plomb, dans une dissolution acidulée de sulfate de cuivre ou de sulfate de zinc ; cette lame sert de conducteur et de support au cuivre ou au zinc métallique libéré par le courant de charge. La force électromotrice est $1^{\text{volt}},26$ pour l'accumulateur au cuivre, et $2^{\text{volts}},37$ pour celui au zinc. On peut grouper dans un même récipient un certain nombre de plaques positives et négatives, respectivement reliées entre elles en dehors du liquide.

Digitized by Google

M. Reynier pense que ces deux systèmes apportent un argument de plus à la nouvelle théorie chimique des piles secondaires, laquelle admet que *chaque électrode fixe un équivalent d'acide sulfurique* pendant la décharge. Dans les accumulateurs au cuivre ou au zinc, la formation des sulfates est *évidente*, au moins sur l'électrode négative.

La sulfatation doit être *électrolytique;* car, si elle résultait d'une attaque consécutive des oxydes par l'acide sulfurique agissant *localement*, la chaleur (non transmissible au circuit) produite par cette double réaction se dégagerait en pure perte dans le couple; et *il faudrait que cette énergie non utilisée dans la décharge fût néanmoins restituée à l'accumulateur par la charge.* Or, le rendement élevé des accumulateurs témoigne contre une hypothèse comportant une si grande dissipation d'énergie.

M. Faure rappelle qu'il a émis le premier l'idée du transport de l'oxygène d'un pôle à l'autre; mais il lui paraît difficile d'admettre que le courant donne lieu à la formation du sulfate à la fois aux deux électrodes. Le transport de l'acide sulfurique ayant lieu avec celui de l'oxygène dans un sens déterminé, il ne conçoit pas comment deux molécules de cet acide se rejoindraient pour agir sur les deux électrodes. Il pense que la transformation en sulfate du bioxyde de plomb de l'électrode opposée doit être attribuée à une action locale étrangère au courant.

M. Hospitalier partage cette manière de voir et fait observer que la grandeur de la force électromotrice obtenue correspond assez bien à celle qui serait fournie par la sulfatation du plomb d'une part, et d'autre part par la réduction du bioxyde de plomb en protoxyde. S'il y avait en outre formation d'un second équivalent de sulfate, la force électromotrice, au lieu d'être environ 2 volts, comme on l'observe, deviendrait $3^{\text{volts}},8$, ce qui n'est pas conforme à la réalité.

M. Chaperon expose les recherches qu'il a faites sur la polarisation des électrodes : on sait que beaucoup d'éléments voltaïques présentent une force électromotrice qui ne paraît pas, au premier abord, coïncider avec celle indiquée par les données thermochimiques. Certains de ces éléments offrent de plus, lorsqu'on ferme leur circuit, des phénomènes de polarisation, bien que leur électrode positive soit impolarisable. La concomitance qui semble exister entre ces deux ordres de faits conduit à examiner si la polarisation des métaux oxydables ne serait pas une des causes de l'insuffisance de l'énergie électrique produite par leur oxydation.

Digitized by Google

M. Chaperon a employé une méthode qui consiste à couper le circuit formé par la pile et le voltamètre étudié et à mettre pendant un temps très court ce voltamètre dans le circuit d'un condensateur. En réitérant un petit nombre de fois cette opération, les armatures du condensateur prennent la différence de potentiel retenue par les électrodes. On mesure ensuite cette différence par les procédés connus.

On a constaté par cette méthode que le fer, le nickel, le magnésium dans des solutions alcalines et l'aluminium dans l'eau acidulée prennent des forces électromotrices de polarisation considérables.

Il semble y avoir une relation entre ces faits et la faiblesse de l'énergie électrique produite par l'oxydation ou la dissolution de ces métaux. On peut supposer en effet que la propriété d'absorber ou d'occlure les gaz, à laquelle on attribue la polarisation, a toujours causé à l'origine une réaction entre le nickel et l'électrolyse seuls, et qu'il s'est produit ainsi un état d'équilibre diminuant l'énergie que peut fournir le métal en entrant dans des composés nouveaux.

M. Guébhard expose les résultats de ses recherches sur la force électromotrice des dépôts électrolytiques apparents de peroxyde de plomb. Par deux méthodes différentes, M. Guébhard a constaté la croissance constante de cette force électromotrice en fonction de la force électromotrice polarisante, depuis $0^{volt},7$ jusqu'à $1^{volt},1$. M. Guébhard rappelle que les recherches de M. Wernicke sur la variabilité chimique de cette espèce de dépôts permet d'accorder ce résultat purement expérimental avec la théorie thermique de la pile.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 2 avril 1884.

Nous espérons, dans l'intérêt même de la Société, que les bulletins ne ressembleront pas tous à celui du mois d'avril que nous venons de recevoir. Ce bulletin est en effet presque entièrement rempli par une communication de M. G. Cabanellas sur *Le transport de l'énergie. Les vérités acquises*, communication qui n'occupe pas moins de *quarante-huit* pages sur soixante-quatre.

Les travaux de M. Cabanellas sont assez connus de nos lecteurs pour que nous nous dispensions de les résumer ici. Dans l'espèce,

Digitized by Google

nous regrettons d'autant plus la prolixité de l'auteur qu'elle nous a privés de l'analyse des travaux de Clerk Maxwell sur les principes fondamentaux de l'électricité, analyse qui avait fait l'objet d'une très intéressante communication de M. G. Lippmann au commencement de la séance du 2 avril, et dont il n'est pas même fait mention dans le procès-verbal.

CORRESPONDANCE

Monsieur le Rédacteur,

Je ne crois pas abuser de mon droit de réponse en vous adressant cette lettre de rectification, au dernier article que vous avez publié dans le numéro du 1er mai du journal *l'Électricien*. Je dois croire, en effet, que vos appréciations sévères sont le résultat d'une fausse interprétation, et de notre système de distribution en général, et des termes mêmes du rapport du docteur Hopkinson.

En ce qui concerne ce dernier document, vous dites en effet :

« Après avoir reconnu que l'électro-dynamomètre est sujet à des objec-
« tions théoriques indiscutables pour la mesure des courants alternatifs,
« M. le docteur Hopkinson se sert précisément de cet appareil pour déter-
« miner le rendement du petit générateur secondaire, et l'on veut que nous
« acceptions le chiffre de 86 pour 100, trouvé par une méthode que l'auteur
« lui-même reconnaît vicieuse? Ce serait par trop naïf! »

Or vous êtes trop compétent en la matière pour vous être mépris sur la signification des expressions employées par le docteur Hopkinson.

Le rapport du docteur Hopkinson établit le rendement de ce petit générateur secondaire au moyen de la méthode que vous avez vous-même précédemment recommandée, c'est-à-dire à l'aide de l'électromètre de Thomson, à 86 pour 100.

Pour vérifier le résultat ainsi obtenu, il se sert de l'électro-dynamomètre de Siemens, destiné à mesurer les quantités électriques et non les différences alternatives de potentiels, ce qui n'est pas le même instrument. Il trouve par ce moyen un rendement de $\frac{201,4}{230} = 87,5$ pour 100, et conclut dès lors que, vu la grande différence qui existe entre les deux méthodes de mesures, les résultats concordent de façon à permettre d'affirmer un rendement minimum de 86 pour 100.

Le docteur Hopkinson, dans la première partie de son rapport, dit que l'électro-dynamomètre pour mesurer les différences alternatives de potentiels, aussi appelé wattmeter (*sic*), est susceptible de certaines critiques, mais il n'est jamais entré dans sa pensée que l'électro-dynamomètre ou ampère-

Digitized by Google

mètre, construit par Siemens et que la pratique a largement consacré, puisse donner des résultats inexacts.

En ce qui concerne le système en général, vous m'accusez d'établir à dessein une confusion entre la distribution et le transport, et je me crois dans la vérité en vous répondant que c'est vous qui confondez « division avec distribution », quand vous prétendez que les systèmes existant antérieurement peuvent permettre la distribution de l'énergie.

En effet, le système Edison, quelle que soit la résistance des lampes qu'il emploie, ne permet de donner à chaque consommateur qu'une partie de la même qualité électrique originale et leur impose par conséquent des appareils de consommation identiques.

Le système Brush, avec ses 40 lampes en série, impose au consommateur la manipulation de courants de hauts potentiels, que vous déclarez vous-même dangereux, et ne lui permet pas de faire varier à sa volonté l'emploi du courant qui lui est fourni.

Quant au système Marcel Deprez alimentant à Grenoble 102 lampes incandescentes, il est impossible de prendre en sérieuse considération pratique une expérience qui ne peut réussir qu'à la condition qu'aucune des lampes alimentées ne soit mise hors de service, sous peine de déterminer l'extinction immédiate de toutes les lampes éclairées.

Ainsi donc, j'espère que ces observations vous amèneront à reconnaître qu'il n'existe pas encore d'autre système de distribution que celui que nous avons imaginé et qui est la seule solution existante du problème ainsi posé : *Transport à grande distance de l'énergie électrique dans les conditions les plus économiques possibles d'établissement des conducteurs et de récupération de l'énergie, tout en distribuant cette dernière sous des formes variables et indépendantes de potentiels, de façon à permettre à chaque consommateur d'utiliser la portion d'énergie à lui distribuer pour l'alimentation d'appareils de toute nature, c'est-à-dire de lampes à incandescence de toute résistance, de lampes à arcs de tous systèmes, de moteurs*, etc., etc.

Il est bien entendu que les générateurs secondaires fournissent, *ad libitum*, les courants électriques à potentiels très-faibles; la tension initiale que nous employons au transport de l'énergie ne saurait, en aucune façon, les affecter, différence notable avec les systèmes Brush et Marcel Deprez.

Quoi qu'il en soit, les expériences pratiques que nous avons faites sur le *Metropolitan Railway* ont paru, au point de vue industriel et économique, suffisantes pour déterminer la Compagnie du gaz, qui dessert ce chemin de fer, à proposer d'abaisser à 2 shillings 10 pence le prix de 3 shillings, pour mille pieds cubes jusqu'à ce jour perçu par ladite Compagnie, et il n'est pas à notre connaissance qu'aucun système de division ou de transport de électricité ait jamais eu encore une telle influence.

Veuillez agréer, etc.

GAULARD.

Nous insérons cette lettre pour mettre fin au débat soulevé entre M. Gau-

Digitized by Google

lard et nous, au sujet de ses transformateurs. Aussi bien, est-il impossible de discuter avec l'inventeur, qui confond à plaisir le *watt-mètre*, *l'électro-dynamomètre* et les appareils destinés à la *mesure des différences alternatives de potentiels* (!). Nos lecteurs ont entre les mains toutes les pièces du procès et sauront juger de quel côté se trouve la vérité. E. H.

FAITS DIVERS

—

Variations de la chaleur spécifique de l'eau. — Dans ses recherches sur l'équivalent mécanique de la chaleur, M. Rowland a montré que la chaleur spécifique de l'eau diminue d'abord jusqu'à 0 degré jusqu'à 50 degrés environ, pour croître ensuite. M. Neesen est arrivé à un résultat analogue, mais de valeurs absolues un peu différentes. M. Liebig a repris l'étude de cette question sur les instances de M. Rowland, en employant la méthode des mélanges avec toutes les précautions nécessaires. Les résultats sont très voisins de ceux obtenus directement par M. Rowland, mais diffèrent notablement de ceux que l'on peut calculer par l'équivalent mécanique de la chaleur. Les expériences de M. G.-A. Liebig montrent l'existence d'un minimum de chaleur spécifique pour une température comprise entre 20 et 30 degrés centigrade.

—

Application nouvelle de l'électricité a la métallurgie. — Un nouveau procédé de séparation des métaux de leurs alliages, par l'électrolyse, a été tenté avec succès, à la fonderie de Rotherhite, en Angleterre.

Une pièce, composée d'un alliage d'or, d'argent et de cuivre, fut suspendue dans une solution d'acide sulfurique étendue d'eau renfermée dans un vase poreux. Ce dernier fut plongé dans un récipient rempli d'une solution de sulfate de cuivre dans laquelle on avait placé des plaques de cuivre.

La pièce à traiter et le vase poreux étaient reliés par des fils de cuivre au pôle positif de la machine dynamo et les plaques de cuivre au pôle négatif de la même machine.

Sous l'action du courant, la solution acide était décomposée. L'oxygène de l'eau devenu libre se combinait avec l'argent et le cuivre en formant des sels solubles dans l'acide sulfurique, tandis que l'or non attaqué se précipitait dans le fond du vase, d'où l'on pouvait le retirer facilement.

Le courant se rend de l'alliage aux plaques de cuivre en traversant le vase poreux. L'hydrogène de l'eau se combine avec l'oxygène du sulfate de cuivre et rend libre le cuivre qui se précipite à l'état métallique.

Au fur et à mesure que la solution d'acide sulfurique passe à travers le vase poreux, on en ajoute une nouvelle dose en solution.

Digitized by Google

Quand cette solution est saturée de sulfates d'argent et de cuivre, on la verse dans une cuve contenant des feuilles de cuivre. L'argent se précipite alors à l'état métallique.

Par cette méthode, on a donc séparé chacun des métaux de l'alliage, en les précipitant à un état parfaitement pur.

L'inventeur attribue plusieurs avantages à cette méthode qui, pensons-nous, n'a pas encore reçu d'application en grand. C.

—

Les machines dynamo-électriques en télégraphie. — Des essais couronnés de succès ont eu lieu récemment à Berlin dans le but de substituer des machines dynamo-électriques aux piles employées jusqu'ici pour le service des grandes stations télégraphiques. Le courant était fourni par une dynamo Siemens excitée séparément, donnant 40 volts aux bornes et alimentant 12 lignes souterraines, 2 lignes aériennes sur des appareils Hughes, 11 lignes souterraines et 12 lignes aériennes avec des appareils Morse et enfin trois lignes en circuit fermé. On a constaté une petite augmentation de vitesse de transmission, tout en assurant un travail parfait sur les lignes qui exigeaient de 25 à 80 éléments pour les faire fonctionner.

Il va sans dire que les machines seront surtout économiques dans les grands postes, alors que la pile convient mieux aux petits postes.

On obtiendrait, à notre avis, un service encore plus simple et plus régulier en utilisant la machine pour charger des accumulateurs qui, tout en fournissant un courant rigoureusement continu, permettraient de fonctionner pendant la nuit en arrêtant la machine, ainsi que de parer à tous les arrêts accidentels.

On sait que le courant moyen nécessaire à un appareil télégraphique est d'environ 15 milliampères. Lorsque 1000 appareils seraient branchés à la fois sur les accumulateurs, le débit atteindrait 15 ampères.

Il existe actuellement des accumulateurs capables de débiter 100 ampères, sans que la chute de potentiel aux bornes dépasse 5 pour 100.

On voit donc par ces chiffres que les 1000 appareils pourraient être branchés à la fois sur la batterie d'accumulateurs sans différence sensible dans leur fonctionnement.

Il y aurait véritable *distribution*, à cause de la résistance intérieure pratiquement nulle des accumulateurs, résistance qui, pour les types capables de débiter 100 ampères, est inférieure à un millième d'ohm.

—

Électricité produite par les courroies de transmission ; importance de ce fait pour la minoterie. — On sait depuis longtemps que les courroies animées d'une grande vitesse développent de l'électricité. Un rapport de M. G. Bacher, inspecteur de l'éclairage du théâtre de Dresde, nous donne des renseignements intéressants sur l'intensité de ce phénomène. On ne saurait, à ce qu'il paraît,

Digitized by Google

produire des effets plus énergiques avec les meilleures machines électriques. On a pu charger une bouteille de Leyde en quelques secondes, et l'on obtenait par la décharge des étincelles de 0m,04 de longueur; une personne isolée du sol par un tabouret à pieds de verre, donnait naissance à de puissantes étincelles, rien qu'en approchant l'extrémité du doigt à une distance de 0m,10 à 0m,15 des courroies; des tubes de Geissler se sont éclairés d'une lumière étincelante; en un mot toutes les expériences auxquelles donnent lieu les machines électriques ont pu être répétées avec un plein succès. On croyait tout d'abord que la présence des dynamos jouait un rôle important dans la production de ces phénomènes, mais des résultats à peu près analogues obtenus dans des usines où les courroies ne desservaient que des moteurs à vapeur et des machines-outils, ont fait abandonner cette hypothèse.

Ce n'est pas dans le but de provoquer de nouvelles expériences que nous citons ces faits, mais pour appeler l'attention des ingénieurs sur les causes usqu'ici inconnues des combustions et des explosions spontanées qui se sont déclarées dans les minoteries à diverses reprises. Une série d'expériences ont permis d'attribuer d'une façon certaine ces accidents à la présence de l'électricité dans ces établissements, car, dans la plupart des autres usines, les quantités considérables de métal qui se trouvent dans le voisinage absorbent l'électricité produite et l'écoulent dans le sol, sans produire aucuns désordres. L'usage des meules en pierres assemblées présente même un danger tout particulier, car les divers fragments sont retenus par des cercles en fer, qui n'ont entre eux aucune communication métallique et sont isolés les uns des autres par la pierre meulière. Ils forment par suite une sorte de condensateur, dont une armature, constituée par les cercles les plus éloignés, se charge négativement. Quand le potentiel est assez élevé pour que l'électricité puisse traverser le diélectrique formé par l'air imprégné de fleur de farine à l'état de division extrême que dégagent les meules, la décharge a lieu et produit la combustion de ce mélange si facilement inflammable.

Pour parer à ce grave inconvénient, il suffit d'établir une communication métallique entre les divers cercles. Remarquons en passant qu'il est prudent, dans toutes les industries où l'on accumule des matières facilement inflammables, de veiller à ce qu'il ne se trouve pas de pièces métalliques isolées dans le voisinage des courroies de transmission.

(*Der Maschinenbauer.*)

Éclairage électrique produit par un moteur hydraulique. — Une compagnie américaine d'éclairage a projeté d'installer une usine d'électricité sur la rive occidentale de la Genesée-River, près de la ville de Rochester, N. Y. La chute d'eau actionnera un certain nombre de turbines qui seront reliées aux dynamos par des câbles de transmission. Le bâtiment des machines repose sur une fondation solide formée par des piliers en maçonnerie. L'arbre de couche tournera à raison de 360 révolutions à la minute et transmettra son travail aux poulies motrices de 18 dynamos placées le long des pignons; les diamètres de ces dernières seront aux diamètres des poulies-volants dans

Digitized by Google

le rapport de 1/2, de manière à obtenir une vitesse de 760 tours et une puissance de 40 chevaux par appareil. On obtiendra ainsi une force totale de 720 chevaux pour 720 lampes ; chaque machine alimentant 40 lampes à raison d'un cheval par lampe. Les turbines travailleront sous une pression de 25 mètres d'eau et tourneront à raison de 180 tours par minute.

(*Wochenblatt für Arch. u. Ing.*)

—

Expositions de moteurs et de machines-outils pour la petite industrie. — La Société des Arts et Métiers de la basse Autriche prépare une exposition internationale, pour l'été prochain, de moteurs et de machines-outils pour la petite industrie. Cette exposition sera installée à Vienne dans le jardin de la Baugesellschaft.

Ouverture le 24 juin, elle fermera le 12 octobre au plus tard.

Elle comprendra les classes suivantes : I. Moteurs au-dessous de 3 chevaux. — II. Transmissions. — III. Outils, machines-outils et installations y relatives. — IV. Appareils de physique et de chimie. — V. Procédés de fabrication et de reproduction. — VI. Enseignements des Arts et Métiers, pour ce qui regarde spécialement la petite industrie, comme d'ailleurs pour les classes précédentes.

—

Éclosion électrique des poulets. — On vient d'expérimenter à Berlin un procédé d'éclosion des poulets bien fait pour exciter la curiosité du monde savant et des éleveurs de volaille. Imaginez un panier contenant un nid de foin fermé par un couvercle bien ajusté, et bien garni à sa partie inférieure d'un duvet épais recouvrant une spirale de maillechort de 7 à 8 mètres de développement. Une batterie de six éléments installée dans une pièce voisine fournit l'électricité nécessaire pour échauffer convenablement en quelques secondes ces spirales d'argentan. Le courant passe d'ailleurs d'abord par un régulateur à levier qui permet de recourir à volonté à un ou plusieurs éléments. Comme la température doit être très sensiblement constante, le couvercle porte également un petit thermomètre dont le tube duquel est soudé un fil de platine très fin et dont la boule de mercure se trouve dans le nid lui-même. Si le mercure s'élève au-dessus de la température normale de 31 degrés, la colonne de mercure vient à toucher le fil de platine, la batterie se trouve en communication avec un électro-aimant qui, entrant en activité, met l'appareil hors du circuit. Quand au contraire le mercure descend au-dessous d'un certain niveau, l'appareil se trouve traversé de nouveau par le courant et sa température s'élève. (*Zeitschrift für Elektrotechnik.*)

—

Fabrication des bobines de résistance. — Le 25 février dernier, le professeur Silvanus P. Thompson, de Bristol, a présenté à la Société philosophique de

Digitized by Google

Londres un nouveau procédé de préparation des bobines de résistance. Jusqu'à présent les meilleurs constructeurs anglais appliquaient l'ancien procédé, qui consistait à couper une longueur suffisante de fil métallique (ordinairement d'argentan) et à faire des essais approximatifs.

Le fil est doublé et enroulé sur la bobine. On soude alors entre les extrémités du fil, mises à nu, un petit morceau de cuivre qui joue le rôle de pont, et que l'on déplace de haut en bas, jusqu'à ce qu'on obtienne la résistance voulue. Ce n'est qu'à ce moment qu'on laisse la soudure se refroidir de manière à ce que le cuivre conserve la position convenable.

Cette méthode présentait cet inconvénient que la résistance de la pièce soudée n'était plus la même, quand elle était refroidie ou qu'elle était chaude. En outre, pour construire une bobine par ce procédé, il fallait au moins une heure de temps.

Le nouveau procédé du professeur S. P. Thompson exige moins de temps et n'a pas recours à cet échauffement nuisible ; par contre, un fil plus long est nécessaire et il ne s'applique bien qu'aux résistances inférieures à 10 ohms. Il consiste à shunter les deux fils de manière à ce que leur résistance réduite représente la résistance de la bobine. Cette idée avait bien été émise il y a quelques années par le professeur Fleeming Jenkin, mais elle n'avait jamais reçu d'application dans la construction des boîtes de résistance.

M. le professeur Thompson sépare d'abord une longueur de fil qui équivaut approximativement à la résistance de la bobine ; à ces résistances sont réellement à peu près dans le rapport de 1,02 à 1. Désignons cette résistance à mesurer par R et la résistance définitive de la bobine par r. La résistance du shunt qui rendra exacte la résistance r sera :

$$S = \frac{Rr}{R - r}.$$

Si l'on détache maintenant une longueur de fil et qu'on essaye si la résistance donne approximativement S, on doit trouver en réalité 2 pour 100 en plus.

Les extrémités de ce fil sont alors soudées aux extrémités du premier fil, ce qui permet d'obtenir la résistance définitive r. Les fils ainsi réunis sont ensuite enroulés sur la bobine de la manière habituelle; toutefois on remplace avec avantage l'ébonite par du bois d'acajou bien sec et bien cuit, ou recouvert d'une couche de paraffine.

—

Applications nouvelles des piles thermo-électriques. — M. Vidovich propose l'emploi de ces appareils comme hygromètre et comme anémomètre en les disposant de la façon suivante :

Hygromètre. Deux fils, l'un en fer, l'autre en laiton, de 10 centimètres de longueur et de un millimètre de diamètre sont tordus ensemble sur une longueur de 4 centimètres environ. La torsade est entourée d'un morceau de mousseline que l'on maintient humide, et le système ainsi constitué est mis en relation avec un galvanomètre sensible. L'appareil fonctionnera comme

Digitized by Google

hygromètre parce que le courant produit dépendra de la température de la torsade, température qui dépend de la vitesse d'évaporation de l'eau sur la mousseline, évaporation liée enfin au degré d'humidité plus ou moins grand de l'atmosphère.

Trois couples construits par l'auteur et observés pendant treize jours parallèlement avec le psychromètre d'Auguste ont fourni des résultats satisfaisants, mais l'appareil demande une étude plus complète.

Anémomètre. Le même appareil peut servir d'anémomètre, car l'auteur a observé que les déviations du galvanomètre correspondent sensiblement avec la vitesse d'un courant d'air que l'on dirige sur la mousseline. Plus ce courant d'air est rapide, plus l'évaporation est grande, et plus est basse la température de la torsade qui constitue la soudure froide du couple thermo-électrique.

—

Le nom de l'étalon de lumière. — A propos de l'étalon de lumière récemment adopté par la Conférence internationale pour la détermination des unités électriques, notre excellent confrère le *Moniteur industriel* fait remarquer avec raison qu'on n'a oublié qu'une chose, c'est d'indiquer le *nom* sous lequel on devra désigner le nouvel étalon.

Voici, pour parer à cet oubli, la proposition faite par notre confrère et que nous soumettrons à nos lecteurs, tout en estimant cependant que le nom de *Violle* serait d'autant plus légitime que l'unité adoptée est entièrement l'œuvre de notre compatriote.

« Il ne manque pas de savants qui se sont occupés spécialement de la lumière, tant en Angleterre qu'en France et en Allemagne, et dont les noms pourraient fournir une appellation spéciale convenable; seulement, le choix est difficile, si l'on veut s'arrêter à un nom qui réunisse la grande majorité des suffrages.

« Il devrait paraître équitable de prendre tout simplement le nom du promoteur du nouvel étalon, M. Violle, mais ce serait en quelque sorte lui élever une statue de son vivant et nous doutons fort, quelque grand que soit son mérite, que son nom passe de cette manière à la postérité.

« Le terme le plus rationnel serait, à notre sens, le nom latin de la lumière elle-même, le mot *Lux*, qui offrirait l'avantage d'être compris et retenu facilement dans tous les pays.

« Le *Moniteur industriel* a donc l'honneur de le proposer et d'en soumettre l'acceptation à qui de droit, et il prie ses confrères de la presse spéciale d'accueillir dans leurs colonnes cette proposition qui est de quelque importance, puisqu'il s'agit d'un terme destiné à se répandre incomparablement plus que les autres unités, purement électriques.

« L'unité de lumière est, en effet, appelée à remplacer les anciennes dans toutes les applications de la lumière, quelle que soit sa source; son nom sera d'autant plus rapidement usité partout, au lieu et place des anciennes unités, qu'il sera plus typique; sous ce rapport, le nom que nous proposons défie toute concurrence. »

—

Exposition universelle d'Anvers. — Le Comité exécutif de l'Exposition

Digitized by Google

d'Anvers en 1885, vient de publier son règlement et sa classification générale. Les produits exposés se subdivisent en cinq sections, dont une est exclusivement réservée à l'électricité et se subdivise en 5 groupes et 15 classes.

—

La force centrifuge appelée a remplacer la vapeur. — Tel est le titre d'une petite brochure que nous adresse M. Amédée Mouillard, et dont nous recommandons vivement la lecture à tous les physiciens amis d'une douce gaieté.

Jugez-en par cet extrait de la préface :

« Mais il est une force connue, elle aussi, dont personne n'a utilisé d'une façon générale la puissance extraordinaire : nous voulons parler de la force centrifuge.

« A peine utilisée industriellement (régulateurs, essoreuses, etc.), elle est surtout connue et redoutée par ses effets destructeurs, alors qu'elle fait briser et lancer en éclats la meule de grès ou le volant animés d'un mouvement de rotation trop rapide.

« Eh bien, cette force indocile et dangereuse, que on n apprécie pas parce qu'il a semblé impossible jusqu'à ce jour d'en *récolter* la puissance expansive, nous avons trouvé un moyen de la faire naître, de la régler et d'en tirer un parti extraordinaire en n'employant, pour arriver à ce but, qu'une force initiale insignifiante et sans autres frais que ceux d'installation. »

Il va sans dire que, partant de pareilles bases, l'auteur aboutit au mouvement perpétuel le plus pur qu'on puisse imaginer.

Nous indiquerons à M. Mouillard une force plus surprenante et plus merveilleuse encore que celle dont il veut réaliser l'utilisation; nous nous en servions à l'école pour résoudre comme un jeu les problèmes les plus difficiles, et réaliser en un instant les conceptions les plus abstraites : c'est la force... du raisonnement.

—

Copié textuellement sur une affiche de vente par autorité de justice d'appareils électriques : *Commutateurs.* — *Indicateurs.* — *Galvanomètres.* — *Voltimètres.* — *Empiremètres*, etc.

L'électricité mesurant les empires ! On ne s'attendait guère à cette application spéciale.

Le propriétaire gérant,
G. MASSON.

9889. — Paris, Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus.

Digitized by Google

MESURES ÉLECTRIQUES PRATIQUES

Les appareils de mesures électriques se multiplient depuis quelques années avec une désespérante fécondité ; mais s'il en est beaucoup de produits, il en est heureusement — ou malheureusement — peu d'élus, car les modifications plus ou moins ingénieuses qui leur ont été apportées suppriment le plus souvent des défauts pour en introduire d'autres équivalents, mais d'une nature différente : la question se trouve déplacée, elle n'est pas résolue.

Les appareils de mesure scientifique sont trop délicats, trop sensibles et trop difficiles à manier pour donner des résultats exacts ; ils font par cela même perdre trop de temps dans les recherches, et les influences extérieures sont souvent une cause d'erreurs dont on peut difficilement apprécier l'importance, et auxquelles il est non moins difficile de se soustraire dans la pratique courante.

Les appareils industriels sont en général trop grossiers et trop peu sensibles ; leur étalonnage laisse souvent à désirer et il faut les vérifier fréquemment, ce qui n'est pas toujours une opération des plus simples et des plus commodes.

Nous avons eu l'occasion, depuis quelques années, d'essayer un grand nombre d'appareils de mesure, et d'apprécier les avantages et les inconvénients de chacun. Aussi les méthodes et les appareils que nous allons indiquer sont-ils le résultat d'une expérience personnelle et comparative, et nous permettrons-nous de les recommander en toute confiance à ceux qui cherchent à obtenir rapidement des résultats exacts à un centième près, et à réaliser le plus grand nombre de mesures possible avec un matériel relativement restreint.

Les mesures que ce matériel permet d'effectuer sont : résistances, conductibilités, constantes des piles, forces électromotrices, intensités de courant, charge et décharge des accumulateurs, débit des piles et des accumulateurs. Nous laisserons

Digitized by Google

de côté tout ce qui a trait aux capacités et aux isolements qui demandent des appareils plus sensibles.

Pour toutes les mesures que nous venons d'énumérer, le matériel se réduit à :

Un galvanomètre Deprez d'Arsonval, à réflexion, avec l'échelle transparente de M. J. Carpentier.

Une boîte de résistances à pont de Wheatstone.

Une boîte de résistances ordinaire de 10 000 ohms.

Un étalon du Post-Office.

Une clef d'inversion et quelques accessoires que nous décrirons au fur et à mesure.

Le galvanomètre Deprez d'Arsonval est la base de l'ensemble du système de mesures que nous préconisons. C'est avec lui que nous mesurerons, suivant le mode d'emploi, des courants variant entre 1 micro-ampère et 1000 ampères, et des forces électromotrices, depuis 1 millième de volt jusqu'à 1000 volts et plus.

L'appareil étant bien connu de nos lecteurs, nous ne le décrirons pas de nouveau[1], nous nous contenterons de rappeler ses qualités spéciales. En première ligne vient son apériodicité qui lui permet de prendre presque instantanément sa position d'équilibre, et de revenir aussitôt au zéro dès qu'on supprime le courant et qu'on le shunte soit sur lui-même, soit sur une résistance qui peut être 10 fois plus grande que sa résistance propre.

En deuxième ligne, vient la propriété de donner des déviations proportionnelles à l'intensité du courant qui le traverse lorsque les déviations ne dépassent pas 4 à 5 degrés de chaque côté de la position d'équilibre, ce qui, avec une échelle placée à 1 mètre de distance, représente une élongation totale de plus de 30 centimètres. L'échelle étant divisée en millimètres, et l'image du réticule permettant de lire facilement la demi-division, on a donc en réalité une graduation de 600 divisions pour effectuer les lectures.

Enfin, avantage qui n'est pas à dédaigner, l'appareil n'est pas influencé par les causes extérieures et peut être établi sans inconvénient à côté des appareils et des machines à mesurer sans précautions spéciales.

[1] Voy. l'*Électricien* du 1er juin 1882, tome III, n° 28, page 170.

Digitized by Google

Voici les conditions d'établissement les plus favorables pour effectuer les mesures que nous allons indiquer :

Distance focale.	1 mètre.
Résistance du cadre	150 ohms.
Constante.	2 meghoms environ.

On peut faire varier la constante de l'appareil dans d'assez grandes limites en tendant plus ou moins les fils de suspension du cadre, ou en prenant des fils plus ou moins fins.

La pile étalon destinée à la *graduation* du galvanomètre n'a rien de bien particulier : c'est le modèle adopté par le Post-Office. La lame de cuivre plonge dans une solution saturée de sulfate de cuivre, la lame de zinc dans une solution à moitié saturée de sulfate de zinc.

Des compartiments latéraux reçoivent le zinc et le vase poreux lorsque l'étalon n'est pas en service, pour éviter le mélange des solutions.

La force électromotrice que nous lui avons attribuée jusqu'ici est 1,08 volt. Les nouvelles expériences faites pour déterminer l'ohm légal semblent indiquer que ce chiffre est un peu trop élevé. Nous le conserverons cependant jusqu'à nouvel ordre. Quelle que soit d'ailleurs la valeur attribuée à cet étalon, il présente une très grande constance pratique, à la condition de ne jamais le faire travailler longtemps sur de faibles résistances : cet inconvénient n'est d'ailleurs pas à redouter avec les méthodes dont nous nous servons.

Les autres appareils, boîtes de résistances, clef d'inversion, etc., ne présentent aucun caractère spécial, aussi ne nous y arrêterons-nous pas, et aborderons-nous aussitôt l'exposé des méthodes.

Forces électromotrices. — La méthode que nous appliquons est celle de la grande résistance, fondée sur ce que les intensités fournies par différents éléments de pile sur un circuit extérieur très résistant (8000 à 10 000 ohms en pratique) sont proportionnelles aux forces électromotrices de ces éléments. L'intensité du courant ne dépassant jamais 2 à 3 dix-millièmes d'ampère, il n'y a pas pratiquement de polarisation.

Digitized by Google

On réalise le montage représenté figure 1 dans lequel G est le galvanomètre, S un shunt, C la clef d'inversion, R une boîte de résistances, et A et B deux bornes auxquelles on vient fixer les pôles des piles à mesurer. Après avoir mis 8000 à 9000 ohms dans la boîte R, et 1 ohm dans le shunt S, on établit l'étalon entre les points A et B et l'on débouche des résistances dans le

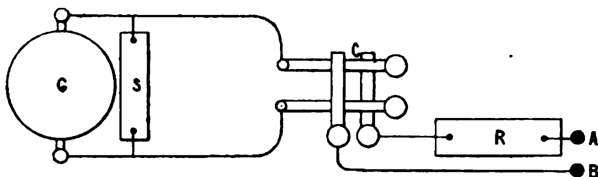


Fig. 1. — Mesure des forces électromotrices.

shunt jusqu'à ce que la déviation soit *voisine* de 54 divisions à droite et 54 divisions à gauche, soit 108 divisions en tout. On parfait ce nombre de 108 divisions en modifiant la résistance R. Lorsque ce résultat est atteint, il suffit de substituer la pile à mesurer à l'étalon, de faire deux lectures et de les ajouter pour avoir la force électromotrice *en centièmes de volt*.

On pourrait simplifier la mesure en ne faisant qu'une lecture d'un côté et en réglant l'appareil à 108 divisions, mais la double lecture donne des résultats plus exacts et compense une erreur due au déplacement possible du zéro, si le fil du galvanomètre a subi une torsion au moment de son réglage. Il est inutile d'expliquer pourquoi le galvanomètre ainsi disposé donne juste une division par centième de volt. Il permet de mesurer jusqu'à 4 volts, c'est-à-dire une force électromotrice supérieure à toutes les piles actuellement employées sans changer les résistances.

On peut obtenir le millième de volt en changeant le shunt et la résistance R.

Supposons, par exemple, qu'on règle le shunt pour obtenir 108 divisions avec l'étalon d'un seul côté de l'échelle, avec 10 000 ohms de résistance totale. En réduisant la résistance totale à 2000 ohms et en faisant la somme des lectures à droite et à gauche du zéro, le galvanomètre donnera une division par millième de volt.

Digitized by Google

Si, au contraire, on règle le galvanomètre sur 1000 ohms de résistance totale, en agissant sur le shunt pour qu'il donne 10 divisions pour un volt, en portant la résistance totale à 10 000 ohms, une division de l'échelle représentera un volt, et on lira ainsi directement en volts jusqu'à 150 ou 200 volts. En portant la résistance totale à 20 000 ohms, on lira jusqu'à 400 volts, etc. Les lois des courants dérivés permettent de déterminer facilement les combinaisons qui conviennent à chaque cas particulier, mais toujours de manière à obtenir les forces électromotrices en volts sans autre calcul qu'un déplacement de la virgule.

Pour les forces électromotrices élevées, il sera plus sûr d'employer 10 éléments en tension au lieu d'un seul comme étalon.

Le galvanomètre étalonné, comme nous venons de le dire, permettra donc de mesurer très rapidement les différences de potentiel entre deux points donnés d'un circuit. Il suffira de relier ces deux points aux bornes A et B et de faire une lecture qui donnera immédiatement les valeurs de ces différences de potentiel en volts ou multiples et sous-multiples décimaux du volt.

Résistance intérieure des piles. La rapidité avec laquelle le galvanomètre Deprez d'Arsonval prend sa position d'équilibre permet de s'en servir pour mesurer la résistance intérieure des éléments dont la polarisation n'est pas trop rapide.

On établit d'abord l'élément entre les points A et B (fig. 1) et on lit sa f. e. m. en circuit ouvert. Soit E cette f. e. m. On ferme ensuite la pile sur une résistance fixe connue R, et on lit aussi vite que possible la nouvelle déviation du galvanomètre qui fait connaître la différence de potentiel d aux bornes de la pile fermée sur le circuit extérieur R.

L'intensité du courant I fourni par la pile, — en négligeant ce qui passe dans le galvanomètre, — peut s'exprimer de deux manières qu'il suffit d'égaler pour en tirer la valeur de la résistance intérieure r :

$$I = \frac{E}{r + R} = \frac{d}{R}.$$

Digitized by Google

d'où l'on tire :

$$r = R\frac{E - d}{d}.$$

Lorsque la pile polarise, on fait une lecture de E au moment de l'ouverture du circuit extérieur R, ce qui donne la valeur de la f. e. m. de la pile *polarisée*.

Mesure des faibles intensités. — Pour les intensités comprises entre un micro-ampère et 1 centième d'ampère, on peut graduer l'appareil de manière à lui faire indiquer directement les intensités en fraction décimale d'ampère. A cet effet, on l'étalonne en faisant le montage indiqué figure 2. E est l'étalon, S

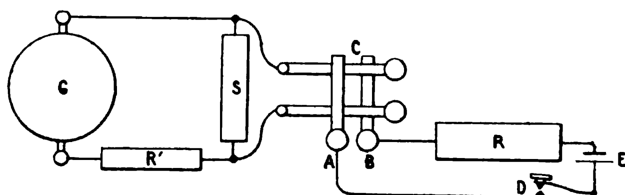


Fig. 2. — Mesure des faibles intensités.

un shunt, R' une résistance qui permet de faire varier la résistance du galvanomètre, D une clef servant à relier l'étalon au galvanomètre chaque fois qu'on veut vérifier son étalonnage.

On règle la résistance R, et le shunt S pour que la résistance totale du circuit soit de 1080 ohms, et que la somme de deux lectures donne, par exemple, 100 divisions. L'intensité du courant fourni par l'étalon est alors :

$$I = \frac{1,08}{1080} = 0,001 \text{ ampère}.$$

Et comme le galvanomètre dévie de 100 divisions, il en résulte que chaque division correspond à 1 *cent-millième* d'ampère. La résistance R' ne sert qu'à parfaire l'ajustement ; en pratique, on peut s'en passer si la boîte S permet de faire varier le shunt de 1 ohm à 1000 ohms, unité par unité.

Lorsque le galvanomètre est ainsi étalonné, il suffit de l'intercaler dans le circuit dont on veut mesurer l'intensité en

Digitized by Google

rompant ce circuit en un point quelconque et reliant les deux fils aux points A et B de la clef d'inversion C.

C'est de cette méthode dont nous nous sommes servi récemment chez M. Gaston Planté pour déterminer l'intensité du courant nécessaire au fonctionnement d'un tube de Geissler et dont nous indiquons d'autre part les résultats (*voy.* page 523).

Mesure des intensités moyennes. — Dès que les intensités dépassent 1 centième ou 1 dixième d'ampère, nous appliquons une méthode indirecte qui consiste à mesurer la différence de potentiel aux deux extrémités d'une résistance connue intercalée dans le circuit à mesurer.

Le galvanomètre est étalonné en centièmes de volt, comme pour la mesure des forces électromotrices.

Entre 1 centième d'ampère et 2 à 3 ampères, nous nous servons d'une résistance en fils de maillechort de 6 millimètres de diamètre et présentant une résistance de 1 dixième d'ohm. On règle le galvanomètre pour que chaque division de l'échelle corresponde à 1 centième d'ampère. La méthode est des plus pratiques et des plus rapides pour la mesure du courant dépensé par les lampes à incandescence de charbon, et l'approximation plus que suffisante.

Mesure des grandes intensités. — Lorsqu'on a affaire à de grandes intensités de courant à mesurer, on se heurte à une difficulté pratique : c'est l'échauffement des fils traversés par le courant, échauffement qui a pour effet de faire varier leur résistance. Nous avons tourné la difficulté à l'aide d'une petite disposition simple et pratique, et qu'à cause de sa forme nous désignons sous le nom de *gril à résistances.*

L'expérience nous a indiqué qu'on peut faire passer 5 à 6 ampères dans un conducteur nu de fil de maillechort de 3 millimètres de diamètre sans que l'échauffement produit par le passage du courant fasse varier sa résistance d'une façon sensible.

Ceci admis, il nous sera facile de réaliser une résistance connue et invariable à la condition de ne jamais dépasser ce chiffre de 6 ampères.

Digitized by Google

A cet effet, on découpe des tiges de maillechort de 3 millimètres de diamètre et d'environ 1 mètre de longueur, et on recourbe leurs deux extrémités à angle droit, sur une longueur d'environ 3 centimètres et dans la même direction.

Les extrémités de ces tringles viennent plonger dans deux godets remplis de mercure et reliés au circuit de façon à intercaler dans ce circuit la résistance par les tringles établies entre ces godets, en formant ainsi une sorte de gril. Le nombre des barreaux de ce gril est tel que chacun d'eux soit traversé par un courant inférieur ou au plus égal à 6 ampères. Si on appelle a la résistance d'une tringle et n le nombre de ces tringles, la résistance établie entre les deux godets à mercure sera égale à $\frac{a}{n}$ ohms.

On mesure l'intensité en prenant la différence de potentiel en volts aux extrémités de cette résistance $\frac{a}{n}$, c'est-à-dire en reliant les points A et B de la figure 1 aux deux godets à mercure, et en la calculant ensuite par la loi de Ohm.

Décharge des piles et des accumulateurs. — Pour apprécier l'énergie électrique fournie par une pile ou un accumulateur, on a besoin de connaître à chaque instant la différence de potentiel en volts, *utile* aux bornes de la pile, et l'intensité du courant en ampères dans le circuit extérieur. Ces deux éléments permettent d'établir le débit en watts (E I), la quantité totale de l'électricité Q fournie en ampères-heure ou en coulombs, et le travail total en kilogrammètres ou chevaux-heure.

La figure 3 indique le montage adopté pour faire directement ces déterminations.

Le galvanomètre G et son shunt S sont préalablement réglés de manière à donner un nombre de divisions connu, 1,10 ou 100, suivant les cas, pour 1 volt de différence de potentiel avec une résistance R voisine de 8000 à 9000 ohms dans le circuit.

Les appareils en décharge P sont mis en circuit sur deux résistances ρ et ρ': l'une qui peut être inconnue ρ, l'autre connue ρ' formée du gril à résistances et renfermant un nombre de barreaux n approprié au courant à mesurer. M et O sont les

Digitized by Google

godets de mercure, M et N les bornes de la pile en décharge.

En appuyant sur la clef V et faisant une lecture sur le galvanomètre, on aura la différence de potentiel en volts aux bornes de la batterie.

Supposons pour un instant que R′ = R. En abandonnant la clef V et appuyant sur la clef A, nous aurons la différence de

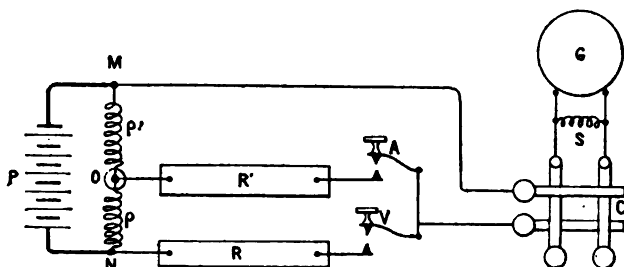


Fig. 3. — Mesure des décharges.

potentiel aux extrémités du gril, et comme nous connaissons sa résistance, il sera facile d'en déduire l'intensité. La boîte R′ a pour but de nous dispenser de ce calcul.

Il suffit, en effet, de calculer une fois pour toutes quelle résistance il faut donner à R′ pour qu'une intensité de 1 ampère corresponde à une ou à dix divisions de l'échelle.

Une fois la boîte R′ ajustée, les lectures deviennent *directes* en ampères ou fractions décimales d'ampère, et en volts ou fractions décimales de volt, suivant qu'on appuie sur la clef A ou la clef V pour effectuer une mesure.

Telle est la méthode dont nous nous servons pour les décharges d'accumulateurs; elle nous a toujours donné des courbes de décharge très régulières et des résultats très concordants.

On voit, par ce rapide exposé, les services nombreux et variés que peut rendre le galvanomètre Deprez d'Arsonval; aussi n'hésitons-nous pas à le signaler à nos lecteurs comme l'appareil le plus simple, le plus exact et le plus indispensable d'un laboratoire de mesures électriques pratiques. E. Hospitalier.

Digitized by Google

LES APPAREILS NOUVEAUX
A L'EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ DE VIENNE

CHEMINS DE FER (*suite*)[1]

COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DU NORD-OUEST AUTRICHIEN

Nous ne citerons que pour mémoire les installations télégraphiques pour stations, exposées par cette compagnie, et nous décrirons seulement les quelques appareils spéciaux suivants :

Cloches électriques. — Ces appareils sont destinés à signaler la marche des trains qui circulent sur une ligne, un danger, la nécessité de porter du secours à un train en détresse, etc.

Ceux placés dans les maisons de gardes sont formés d'un

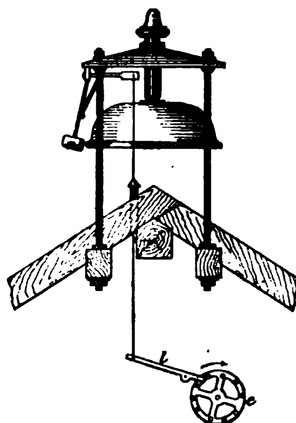


Fig. 1. — Cloche électrique pour maisons de garde.

gros timbre (fig. 1), fixé à la partie extérieure, sous un abri, et d'un battant actionné, de l'intérieur, par un mouvement d'horlogerie à déclenchement. Quelquefois, on emploie deux timbres de sons différents et deux battants.

[1] Voy. l'*Électricien* du 15 février 1884, n° 69, p. 159.

Digitized by Google

Le mouvement (fig. 2), disposé entre deux flasques en fonte *a*, solidement réunies l'une à l'autre par trois entretoises en fer *b*, se compose d'abord d'un mouvement d'horlogerie proprement dit, dont l'axe principal *c* porte un tambour en fonte *d*, sur lequel est enroulée la corde supportant le poids moteur. Sur l'axe *c*, est également calée une roue *e*, qui engrène avec un pignon *f*, puis la roue *g* avec le pignon *h* dont l'axe porte le volant *i*, destiné à régulariser le mouvement.

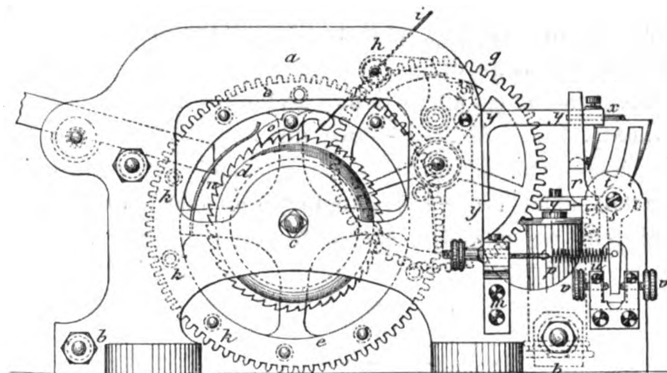


Fig. 2. — Mouvement intérieur.

Dix petites tiges horizontales, équidistantes et mobiles autour de leur axe, sont fixées contre la jante de la roue *e*, elles agissent, pendant le mouvement de cette roue, sur le levier en fer *l*, relié directement au battant dont nous avons parlé.

Un doigt *α*, calé sur l'axe du pignon *h*, arrête le mouvement à chaque tour de roue, comme nous allons l'expliquer.

L'armature *q* de l'électro-aimant *p* est reliée, par un levier *r*, à l'axe *s*, portant une fourche *t* soumise à l'action du ressort *u*, réglé par un tendeur *w*, et dont l'extrémité inférieure peut venir buter contre les vis *v*. A la partie supérieure, cette fourche porte deux pattes de déclenchement à des niveaux un peu différents.

Tant que l'armature *q* est attirée par l'électro, un prisme *x*, d'une pièce de déclenchement Y, repose sur la patte supérieure; mais si le courant est interrompu, le ressort *u* écarte l'armature *q* et la pièce de déclenchement *γ* oscille ; le prisme

x tombe alors sur la patte inférieure. Dans ce mouvement, le levier z est entraîné vers la droite et rend libre le doigt α. Le mouvement d'horlogerie se met aussitôt en marche, sous l'action du poids.

A la fin de chaque révolution de la roue g, un doigt m vient presser sur un appendice de la branche y du levier γ, ramène la branche y dans la position initiale et le prisme x, qui y est fixé, sur la branche supérieure de la fourche t. Le levier z, repoussé vers la gauche, arrête de nouveau le doigt α.

A chaque interruption de courant correspond donc une série de 10 coups de timbre.

Le mouvement est abrité dans une boîte en bois à deux compartiments. D'un côté, se trouve un interrupteur avec fermeture spéciale. Quand on abaisse cet interrupteur, on interrompt le courant dans toute la ligne des sonneries. De l'autre, un désengageur de sonnerie, formé de deux pièces métalliques

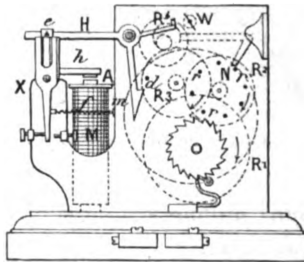


Fig. 3. — Petit appareil Leopolder pour Station.

demi-circulaires, reliées à l'intérieur avec l'appareil d'insertion et au dehors avec la ligne. Pour désengager l'appareil, il suffit de réunir ces deux pièces par une cheville.

Dans les bureaux des stations, on fait usage, à la place de ces sonneries, de petits appareils Léopolder (fig. 3). Ce sont de simples relais qui actionnent un trembleur. Dans ces appareils, le mouvement est transmis à l'axe w par les roues R_1, R_2, R_3, R_4, actionnées par un simple ressort de montre.

Tant que le courant circule sur la ligne, la palette A de l'électro-aimant M est attirée; mais si l'on vient à interrompre le courant, la pièce à fourche X reliée à l'armature h, et soumise à l'action du ressort f, oscille autour de son axe; le petit

Digitized by Google

prisme *e* du levier H peut tomber en rendant libre le mouvement d'horlogerie.

Sous l'action du ressort, les chevilles *r*, de la roue R_2, agissent sur l'extrémité inférieure N du battant. A la fin d'une révolution complète, une cheville *d*, de la roue R_3, agit sur la branche *m* du levier H et rétablit les pièces dans leur état initial.

Dans les gares, les signaux sont produits soit en appuyant sur une touche, soit en faisant usage de l'appareil automatique de Leopolder (fig. 4). Ce dernier, disposé dans une boîte en laiton, se

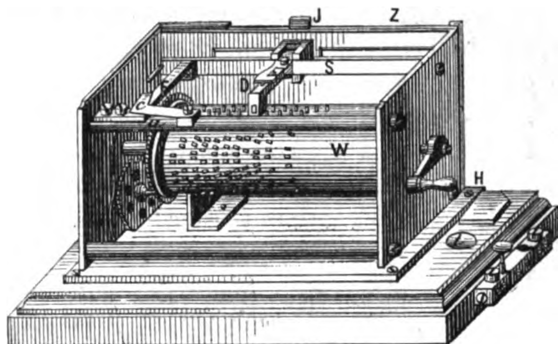


Fig. 4. — Appareil Leopolder pour envoi de signaux.

compose d'un cylindre à goupilles W portant un ressort à l'une de ses extrémités et à l'autre une manivelle H servant à remonter l'appareil. Les goupilles d'une même section droite du cylindre correspondent à un signal déterminé. Sur une tige S, on peut faire glisser, à l'aide d'un bouton *k* accessible de l'extérieur, un chariot D qui porte à son extrémité libre un petit ressort *p*, actionné par les goupilles du cylindre (fig. 5).

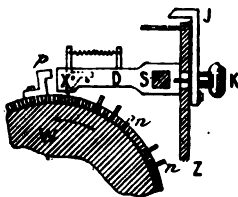


Fig. 5. — Détail de la figure 4.

Quand, à l'aide de la manivelle H, on fait tourner le cylindre de gauche à droite, on remonte le ressort, les goupilles pressent contre le petit ressort *p* qui se soulève seul; mais quand on abandonne le tambour, il tourne en sens contraire, sous l'action du ressort; les goupilles soulèvent le chariot D en faisant oscil-

Digitized by Google

ler légèrement le levier S. Le bras F, qui fait corps avec ce levier et qui est normalement au contact d'un ressort C, quitte ce ressort à chaque passage de goupille en interrompant le courant.

On comprend aisément que l'on puisse disposer les chevilles tout le long du cylindre de manière à produire les signaux voulus.

Nous ne décrirons pas les différents modes d'insertion de ces appareils sur les lignes télégraphiques, cela nous entraînerait beaucoup trop loin.

Signal électrique système Hohenegger et Bechtold. — Cet appareil (fig. 6) qui, en réalité, est un véritable sémaphore, se compose d'une colonne creuse *c*, reposant sur un socle *b* et portant, à sa partie supérieure, une boîte *d* qui renferme le mouvement de déclenchement; les poulies *e*, sur lesquelles passe la chaîne de manœuvre de la lanterne; enfin l'isolateur *f* auquel aboutit le fil de ligne.

La boîte *d* est traversée par l'axe *g* d'oscillation du bras sémaphorique qui, dans sa position horizontale, commande l'arrêt, et dans celle à 45 degrés, vers le haut, indique que la voie est libre. La nuit, ces deux signaux sont remplacés par

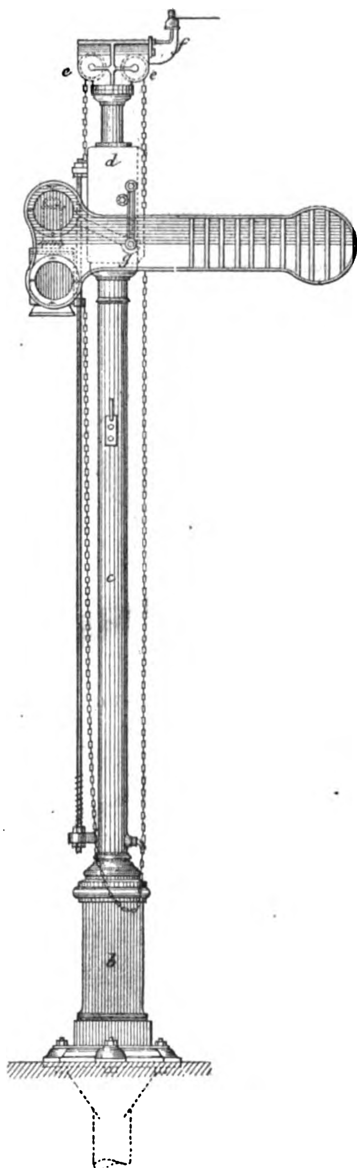


Fig. 6. — Signal électrique système Hohenegger et Bechtold.

Digitized by Google

un feu rouge dans le premier cas et vert dans le second. Ce

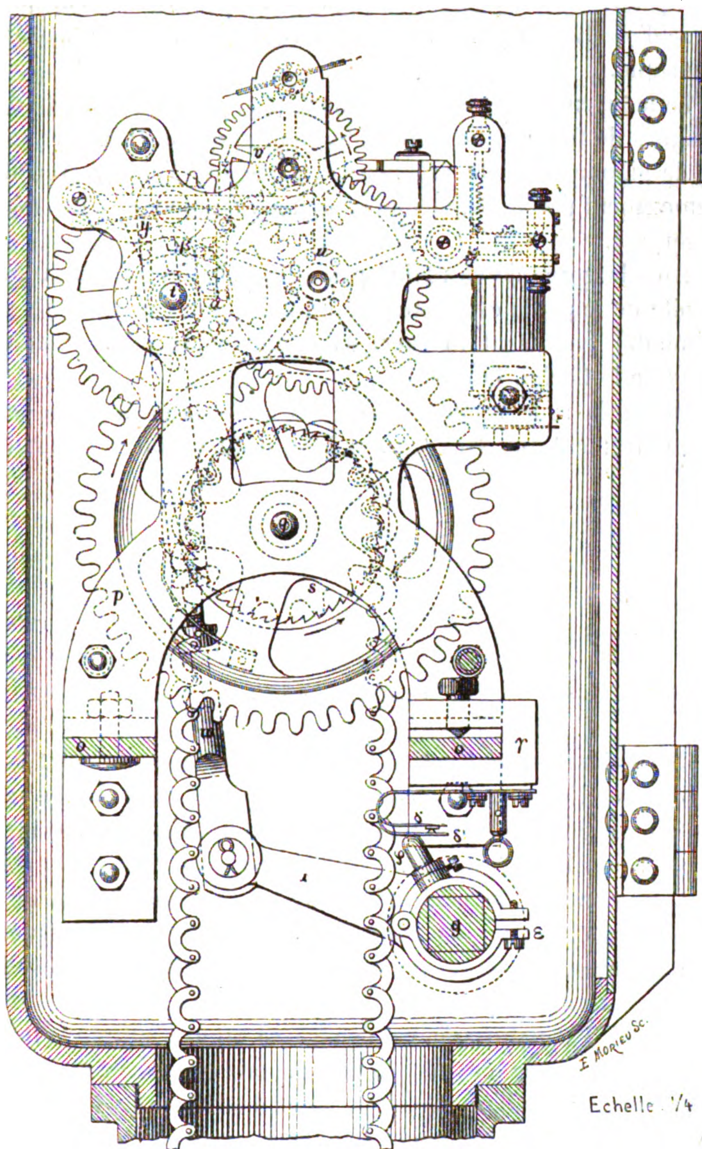


Fig. 7. — Mouvement de déclenchement.

résultat est obtenu simplement à l'aide des deux verres de

Digitized by Google

couleur que l'on voit à gauche du bras. Afin de réduire autant que possible l'effort nécessaire à la manœuvre de l'appareil, l'axe d'oscillation passe par le centre de gravité du bras sémaphorique.

Le mouvement de déclenchement (fig. 7) disposé entre deux plaques de fonte *p*, formant bâti, comprend une série de roues et de pignons dont la première *r*, calée sur l'axe *q*, reçoit le mouvement par l'intermédiaire de deux cliquets et d'un rochet à gorge *s*.

Dans la gorge de ce rochet passe une chaîne à l'extrémité de droite de laquelle est suspendu un poids moteur que l'on peut remonter en faisant tourner, avec une manivelle, et dans le sens de la flèche, la roue *s*.

Quand la roue *r* tourne dans le sens de la flèche, elle donne le mouvement aux axes *t*, *u*, et à celui du volant régulateur.

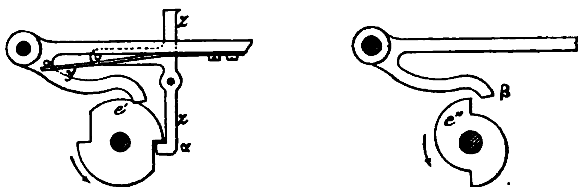


Fig. 8 et 9. — Détails.

Normalement, tout cet ensemble est arrêté par le doigt *v* qui repose sur l'une des branches *z* d'une pièce, dont l'autre extrémité *α* est engagée dans une encoche d'un disque *e'*, calé sur l'axe à tourillons *t* (fig. 8).

Le mécanisme de déclenchement est le même que celui que nous avons décrit plus haut. Toutefois, dans le cas actuel, il fonctionne sous l'action de courants intermittents lancés dans l'électro-aimant représenté sur la droite de la figure 7.

Quand l'armature de cet électro se trouve attirée, elle entraîne la fourche de déclenchement en permettant à la branche supérieure d'un levier à deux branches de tomber sous l'action de son propre poids. Dans ce mouvement, une tige horizontale *y*, appartenant au levier *z*, est pressée vers le bas; l'extrémité *z* de ce levier dégage alors le doigt *v* et l'extrémité *α* le disque *e'*.

Digitized by Google

Le mouvement d'horlogerie se trouve donc dégagé en deux points à la fois, et le poids moteur descend d'une certaine quantité.

L'axe à tourillons t transmet le mouvement, par l'intermédiaire de la bielle w et de la manivelle x, à l'axe g sur lequel est fixé le bras sémaphorique.

Les pièces sont disposées de telle sorte, qu'un demi-tour de l'axe t correspond à l'amplitude d'une oscillation de 45 degrés de la manivelle x.

Une émission de courant, quand le signal est à voie libre, a pour but d'amener le sémaphore à la position horizontale d'arrêt ; l'émission suivante rétablit le bras dans la position à 45 degrés.

L'arrêt du mouvement d'horlogerie est obtenu, au moment voulu, à l'aide de la lame e'' qui, en agissant sur l'extrémité β du levier à deux branches, relève ce levier en replaçant l'extrémité supérieure sur la fourche de déclenchement (fig. 9).

Quand l'appareil a été remonté à fond, il peut donner 80 signaux successifs. Si l'on tarde à le remonter, le poids vient écraser, alors que l'appareil ne peut plus fournir que 8 signaux, un contrôle en plomb situé sur le socle.

Les courants nécessaires au fonctionnement de ce mécanisme sont produits à l'aide d'un petit inducteur, qui donne des courants alternatifs ; mais ils se succèdent avec une telle rapidité, que l'action exercée sur l'armature est la même que celle produite par des courants de même sens. — L'emploi de ces courants a d'ailleurs l'avantage de détruire le magnétisme rémanent ou d'en empêcher la formation.

Les signaux avancés d'une gare peuvent être manœuvrés à l'aide d'un seul inducteur ; en outre, il est indispensable d'avoir, dans la gare, un signal de contrôle, répétiteur de la position occupée à chaque instant par le bras sémaphorique.

Sur la figure 7, on remarque un appui O sur lequel est fixé l'étrier γ, à la partie inférieure duquel sont vissés deux ressorts de contact isolés δ et δ'. Sur l'axe g, se trouve un collier ε portant une pointe en caoutchouc durci φ qui, lorsque le bras sémaphorique est dans une position horizontale, appuie les deux ressorts l'un contre l'autre. Le contraire a lieu dans le cas où le bras

Digitized by Google

occupe la position à 45 degrés. Dans le premier cas, le circuit d'une pile est fermé et le courant arrive soit dans un signal optique, soit dans l'électro d'une sonnerie de contrôle. — Bien que ces deux appareils présentent quelques particularités intéressantes, nous ne pouvons nous y arrêter.

La figure 10 représente l'installation complète des signaux

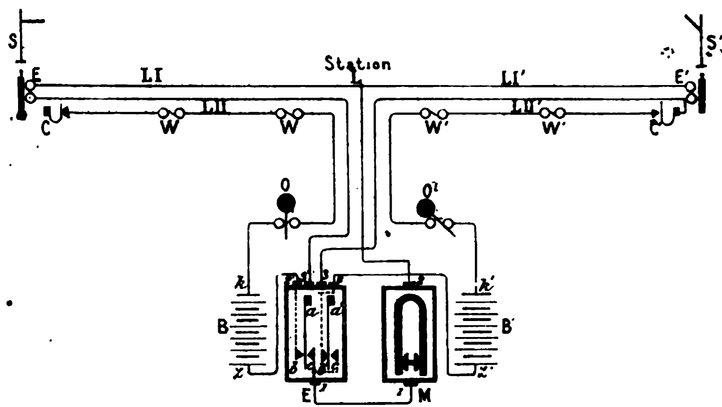


Fig. 10. — Installation complète d'une station.

dans une station intermédiaire. E représente l'appareil d'intercalation double permettant, suivant les cas, d'envoyer le courant produit par la manœuvre de l'inducteur M, soit à droite, soit à gauche. — E et E' sont les électros des signaux avancés; S et S', O et O' les contrôleurs optiques ; W et W' les sonneries de contrôle ; C et C' les appareils de contact de ces signaux. Enfin L (L I) (L I'), les fils pour la manœuvre du signal et ceux de retour sur lesquels sont disposés les appareils de contrôle.

Supposons, pour fixer les idées, que l'on ait mis à l'arrêt le signal de gauche, la sonnerie correspondante se fait entendre et le disque rouge est apparu à la fenêtre du signal optique ; l'appareil d'intercalation E est alors disposé comme sur la figure.

Le courant qui est émis par la batterie de relais B passe par K, O, W (L II), C (L I), 3, *a*, *b*, 2, et revient en *z* à la batterie B.

Pour mettre le signal considéré à voie libre, il suffit d'amener

Digitized by Google

a au contact de *c*; puis de faire tourner la manivelle de l'inducteur. Le courant émis par M passe alors dans E par 1, *c*, *a*, 3, puis par (L I) E, et revient à M par L et 2. — Le courant se trouve du même coup interrompu èn *a*, *b*, et bien qu'au premier moment le contact *c* soit encore fermé, les appareils de contrôle cessent de fonctionner.

Cette disposition fort ingénieuse a l'inconvénient d'exiger trois fils entre les signaux et la station.

(*A suivre*). L. Chenut.

LE TÉLÉGRAPHE BAUDOT

Le télégraphe multiple de M. Baudot, ingénieur des télégraphes, a été décrit dans l'*Électricien* (janvier-août, 1882) par M. Ch. Bontemps. Nous prions nos lecteurs de se reporter d'abord à son excellente étude.

Depuis deux ans, l'appareil Baudot a subi d'importantes modifications dans ses organes principaux. Nous signalerons : un nouveau relais, un nouvel appareil imprimeur appelé par l'inventeur *Traducteur*, et l'agencement de ce traducteur dans le but de permettre son emploi soit sur une ligne reliée à un distributeur multiple, soit pour une seule transmission. Dans ce dernier cas, il peut être installé en duplex et fournir 2 dépêches en même temps au lieu de 4 ou 6 dans le cas précédent.

Avant de commencer notre étude, donnons quelques renseignements sur le nombre d'appareils installés en France et sur leur rendement.

L'appareil multiple fonctionne à présent en France, sur les lignes :

De Paris à Marseille, avec relais à Lyon, en sextuple;
De Paris à Bordeaux, Lyon, Lille, le Havre, en quadruple;
De Marseille à Lyon, en quadruple;
De Marseille à Bordeaux, en triple;
De Bordeaux à Toulouse, en quadruple;
Et il va être installé de Paris à Brest, en triple.

Digitized by Google

Entre Paris et le Havre, on transmet par un fil et on reçoit par un autre, ce qui fait huit transmissions simultanées par le même appareil Baudot. Cette disposition a été rendue nécessaire par les *coups de feu* qu'occasionnent les transactions commerciales à certaines heures de la journée.

L'appareil simple et duplex, a été installé l'an dernier sur les lignes souterraines de Paris à Lille et à Dijon, et sur les lignes aériennes de Marseille à Lyon, Bordeaux et Nice, de Lille au Havre, de Paris à Brest, et de Bordeaux à Toulouse ; on l'installe maintenant entre Nantes et Paris.

Voici quelques chiffres de transmissions obtenus par l'appareil Baudot, dans le mois de février, sur la ligne de Paris à Marseille.

4 février	1800	18 février	2250
5 —	1720	19 —	1950
6 —	1770	20 —	1730
7 —	1880	21 —	1830
8 —	1810	22 —	1720
9 —	1630	23 —	1670
11 —	2000	25 —	2090
12 —	1550	26 —	1010
13 —	1683	27 —	1770
14 —	1180	28 —	1880
15 —	1640	29 —	1840
16 —	2000	1 mars.	1540

Ces totaux journaliers donnent, pour les quatre semaines considérées, une moyenne de 1800 dépêches par jour.

Le Ministère des postes et des télégraphes exposait à Vienne deux postes de Baudot multiple et deux postes de Baudot duplex, qui fonctionnaient deux à deux. S'il y avait eu des récompenses à cette exposition, M. Baudot aurait certainement été classé le premier pour la télégraphie ; la supériorité de son système sur celui de M. Meyer (Morse multiple), qui était également exposé par la France et l'Autriche, n'est plus contestée par personne.

Relais. — M. Baudot, se servait dans ses premiers appareils (1876-1881) d'un relais dont l'armature polarisée pivotait sur un pôle d'aimant, et oscillait entre deux butoirs réglables sous l'action des masses polaires des deux bobines d'un électro-aimant ; il avait comme le relais Siemens l'inconvénient d'être

Digitized by Google

variable. Il a été remplacé en 1881, par un relais (décrit dans l'*Électricien*, 1882) dont les deux bobines sont placées dans le prolongement l'une de l'autre; l'armature taillée en biseau est posée verticalement dans une encoche, sur un pôle d'aimant, et passe entre les deux noyaux ; elle est attirée par l'une et repoussée par l'autre bobine ; le réglage de sensibilité se fait en rapprochant les noyaux de l'armature et en vissant ses deux butoirs. Ce relais était plus sûr que le précédent. M. Baudot employait ces deux modèles par groupe de cinq dans une même boîte. Jusqu'alors, il avait toujours à vaincre les mêmes difficultés :

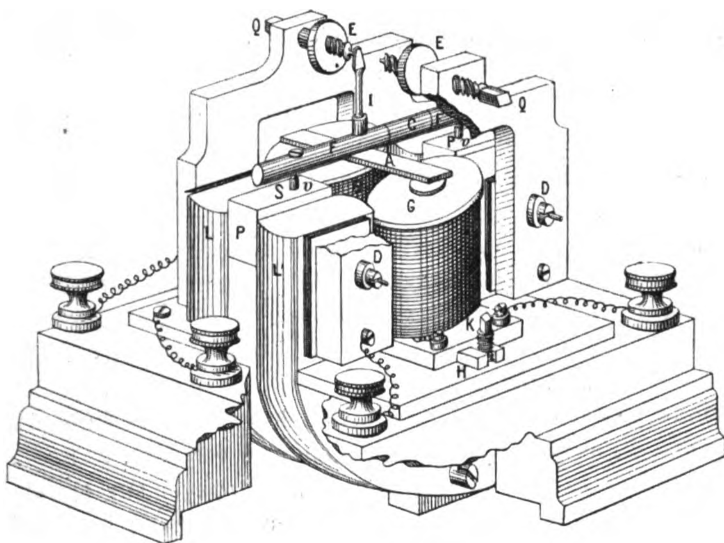


Fig. 1. — Relais Baudot.

mauvais contacts de la palette au point de pivotage et au butoir, affaiblissement rapide des aimants, influence des relais en groupes les uns sur les autres, réglages fréquents.

Le dernier modèle de relais adopté n'a pas la prétention d'être plus sensible que ses devanciers. Il a été fait, pour ainsi dire, sur mesure, pour l'usage des appareils Baudot. La règle de construction des électro-aimants, qui dit que le maximum d'intensité est obtenu lorsque la résistance des bobines est égale à la résistance extérieure, paraît n'être plus applicable au cas de

Digitized by Google

l'emploi de courants très courts. La résistance de chaque bobine a été descendue à 125 ohms environ; les bobines du Hughes ont 600 ohms. Le résultat à atteindre étant surtout la *précision* dans la réception des courants successifs, il faut que le relais soit *rapide* et pour cela qu'il ait peu de fer et moins de spires : la rémanence d'une part et l'extra-courant de fermeture d'autre part seront amoindris. Ajoutons à cela un montage soigné de l'armature sur pointes, l'emploi d'un faisceau aimanté d'Allevard, attirant fortement le pivot de l'armature contre l'aimant et son extrémité contre le butoir; rendons les relais indépendants l'un de l'autre en leur donnant à chacun un socle spécial, et il me semble que nous aurons réuni toutes les conditions de sécurité que doit posséder notre relais : fonctionner rapidement sous l'action de courants courts et variables et actionner sûrement les électro-aimants traducteurs.

Cet instrument est représenté vu d'ensemble dans la figure 1. La figure 2 en donne une coupe verticale. La charpente est constituée par un aimant formé de deux lames en fer à cheval, et deux ponts portant les butoirs de l'armature, assemblés au moyen de vis et de contre-écrous D. L'aimant est encastré dans le socle. Entre ses lames L, L' sont introduites deux plaques polaires P en fer doux à travers lesquelles se vissent les vis à pointes *v*, qui constituent les pivots de l'armature. Celle-ci est formée d'une pièce parallélipipédique de fer doux A fixée au milieu d'un axe cylindrique qui vient s'appuyer sur les vis à pointes. Elle est polarisée de la manière suivante : le cylindre est formé de deux parties de fer doux F, séparées par une partie de cuivre C qui les isole magnétiquement; la palette A est vissée sur le bout de fer doux le plus long; elle prend la polarité du pôle d'aimant sur lequel appuie cette partie; si on retourne bout pour bout le cylindre, elle s'aimante en sens contraire.

Les bobines B sont entre les branches de l'aimant, leurs noyaux aboutissent aux deux extrémités de l'armature. On fait passer le courant de telle manière qu'il se développe au sommet des noyaux des pôles contraires. Alors, l'armature leur présentant le même pôle, A par exemple, elle sera attirée par l'un et repoussée par l'autre; elle basculera sous ces deux actions concourantes, le cylindre et l'index I qu'il porte suivront ce mouve-

Digitized by Google

ment. Le jeu de l'index est réglé par les butoirs Q qu'un contre-écrou E fixe dans la position voulue.

Le réglage de sensibilité se fait en rapprochant plus ou moins

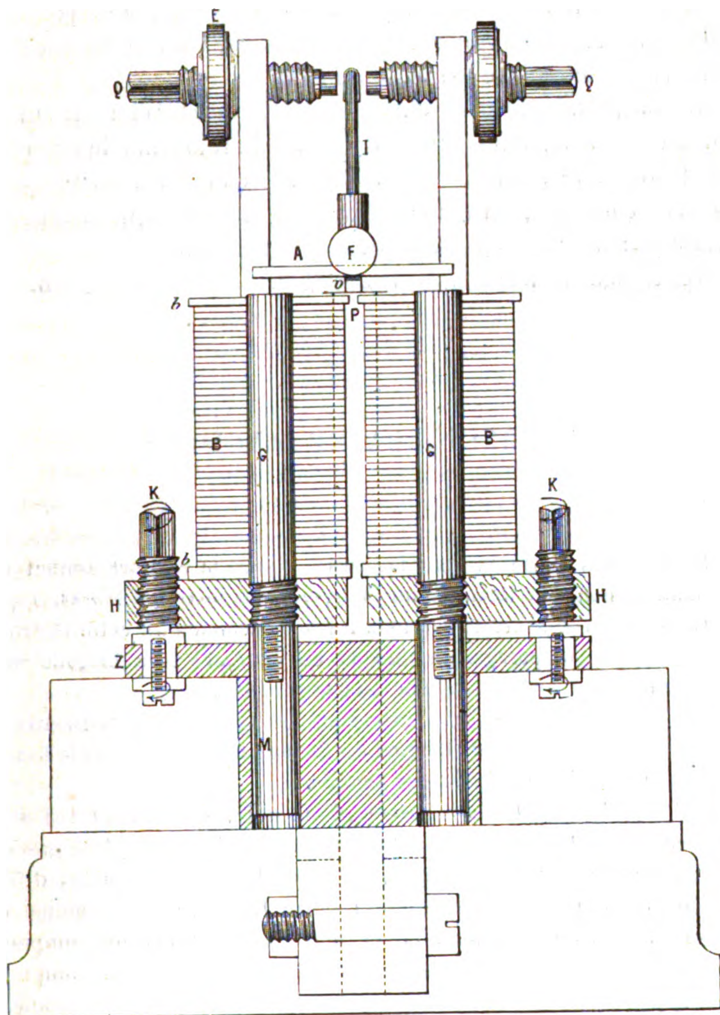


Fig. 2. — Relais Baudot. — Coupe.

les bobines de l'armature. Elles sont mobiles indépendamment l'une de l'autre; les bobines en bois *b* sont chaussées sur les noyaux, montés sur deux culasses H formant une sorte de

Digitized by Google

culasse coupée; chacune est commandée par une vis à carré k, qui la fait monter ou descendre: le montage de cette vis sur la platine Z est représentée figure 2; le mouvement d'ascension de tout le système (culasse, noyau et bobine) est guidé par une pièce cylindrique M, faisant piston dans un trou de la platine. On termine le réglage par les butoirs Q.

Remarquons que pour changer le sens de ce relais, il suffit, au lieu de changer les attaches des fils, de retourner le cylindre bout pour bout, puisque l'armature, prenant à l'aimant une polarité contraire, sera alors attirée par le noyau qui la repoussait auparavant et repoussée par celui qui l'attirait.

Le réglage de ce relais est très stable. B.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

Les avertisseurs d'incendie a Londres. — Dans le rapport annuel de la Commission des finances au *Metropolitan Board of Works*, rapport très détaillé s'étendant à tous les départements de cette institution multiple, le paragraphe suivant est consacré à la brigade des pompiers placé sous le contrôle du *Board of Works :*

« L'année 1883 a vu une extension des circuits d'avertisseurs à « incendie, lesquels sont devenus un facteur important dans le fonc- « tionnement de la brigade des pompiers.

« Il y a 23 circuits d'avertisseurs d'incendie, comprenant 151 sta- « tions permettant de transmettre des signaux d'alarme; 64 lignes de « communications télégraphiques ou téléphoniques entre les diffé- « rentes stations de pompiers, 17 entre les bureaux de police et « les stations de pompiers, et 41 entre les stations de pompiers « et différents monuments publics et autres. Le nombre de pompiers « employés en sentinelles est de 108 durant le jour et 253 pendant « la nuit, soit un total de 361 par vingt-quatre heures, le reste du corps « étant employé pour les travaux ordinaires dans les cas d'incendie. « Le nombre total des pompiers est de 670. 2630 appels pour des « incendies réels ou supposés ont eu lieu pendant l'année.

« Le matériel se compose de 55 stations de pompes à vapeur; « 12 stations ambulantes de rues; 127 stations et échelles de sauve-

Digitized by Google

« tage; 4 stations flottantes; 2 remorqueurs; 5 chalands pour porter « des pompes; 2 grandes pompes à incendie à vapeur; 40 plus petites; « 87 pompes à bras de $0^{m},15$; 37 pompes à bras plus petites; 61 voi- « tures à tuyauterie flexible; 14 camions; 12 wagons pour stations « ambulantes; 147 échelles de sauvetage et autres; et 135 che- « vaux. »

Il est évident que le nombre de pompiers employé est ridiculement petit comparé à l'importance des risques d'une ville de 4 millions d'habitants comprenant dans son sein un quartier tel que la Cité.

En pratique, les fonctions du corps de pompier, quelque admirable que soit le dévouement dont il fait preuve en toute occasion, sont plutôt passives qu'actives; elles se bornent à protéger les bâtiments voisins au lieu de combattre efficacement la source du danger. Aussi, neuf fois et demie sur dix, un bâtiment attaqué brûle-t-il jusqu'à extinction et tout récemment, dans l'espace d'une semaine, trois incendies dévoraient pour plus de 50 millions de propriétés sans que la brigade de pompiers puisse faire plus que de protéger les bâtiments avoisinants, ce qui est déjà beaucoup.

Une brigade plus importante ne rendrait pas, dans la majorité des cas, de services plus importants, étant donnés la nature des matériaux alimentant ces conflagrations, le peu de largeur des rues ou passages dans lesquels ces sinistres peuvent se développer et l'espace fort restreint dans lequel l'activité des pompiers est réduite à s'exercer.

L'attention des intéressés ne saurait donc être trop vivement attirée sur les nombreux systèmes avertisseurs, principalement électriques, permettant de découvrir un incendie à son origine; et étant donné l'axiome qu'un seau d'eau appliqué à temps sert mieux que dix pompes à incendie appliquées plus tard, il est à souhaiter que lesdits systèmes reçoivent l'extension qu'ils méritent.

Nous savons qu'il est très difficile de tirer le public de son apathie en matière d'incendie, car il néglige même de prendre les précautions élémentaires pouvant l'assurer contre des dangers personnels; mais il est de notre devoir de combattre une indifférence aussi coupable par des protestations continuelles; nous n'y faillirons pas.

Transport par l'électricité. — Les conférences de professeurs sont devenues à l'ordre du jour, en ce pays, ce qui ne serait que trop naturel si ces lumières de science se contentaient de faire connaître au public, dans un but scientifique, les découvertes et inventions sérieuses, même celles qui leur sont propres. Mais lorsque ces causeries scientifiques ont lieu dans un but mercenaire à peine déguisé, il est pénible de voir la chaire sacrée ainsi transformée en comptoir.

Digitized by Google

Tel est cependant le spectacle peu édifiant auquel le public scientifique peu exigeant de ce pays est convié depuis plusieurs années.

Faisant suite à une longue liste qu'il serait inutile d'énumérer, mais qu'un coup d'œil jeté sur les publications scientifiques les plus en vogue suffira à faire connaître, venait, mercredi dernier 14, devant la *Society of Arts*, la conférence du professeur Fleeming Jenkin, auteur spécial bien connu, au sujet d'un système de transport électrique, invention (?) collective dudit professeur et de deux autres professeurs non moins connus pour leur prolixité en matière d'inventions ayant un objet commercial.

Ce système, baptisé par son auteur du nom de *telpherage* est destiné au transport électrique des marchandises, et il va sans dire que l'auteur de la conférence en a parlé dans des termes qui ne laissent rien à désirer. Espérons que l'exploitation pratique justifiera son attente ; et, pour plus de détails, nous renvoyons le lecteur aux publications scientifiques qui ne manqueront pas de reproduire une conférence aussi intéressante.

Ajoutons en terminant, qu'une Compagnie anonyme a été formée l'année dernière, pour l'exploitation du système de ces trois professeurs bien connus.

Téléphonie. — Dans une séance récente de la Chambre des communes, le *Postmaster General*, questionné sur le sujet, a répondu qu'au 31 mars dernier, le Post-Office avait 783 abonnés à ses sytèmes d'échanges téléphoniques, payant 424 575 francs par an. Le nombre de fils privés employés pour usages télégraphiques et téléphoniques indifféremment, n'a pas été déterminé et il faudrait encore quelque temps pour le connaître.

Si les communications téléphoniques en question étaient pourvues, aux mêmes prix d'abonnements, par des compagnies privées, les royautés à recevoir par le département de la poste s'élèveraient à 42 450 francs par an.

Les fils privés, c'est-à-dire ceux érigés et maintenus par des particuliers, pour leur usage privé, ne rapportent rien au département, et ne rapporteraient rien dans le cas où ils seraient érigés par des Compagnies de téléphone, n'étant, d'après la loi, sujets à aucune redevance.

La redevance payable par les Compagnies de téléphone est de 10 pour 100 ; et, dans les nouveaux traités à intervenir, un minimum de 25 francs par an est exigible.

En réponse à d'autres questions, et dans une séance plus récente, M. Fawcett a expliqué qu'au 31 mars 1882, 177 téléphones étaient en usage dans les différents échanges appartenant au département ; 598 au

Digitized by Google

31 mars 1883, et 954 à la même date en 1884. Le nombre total d'instruments acquis par le Post-Office est de 5251 et le Post-Office a le droit, d'après les traités passés au moment de l'octroi des licences, de demander à la *United Telephone Company* livraison d'une autre quantité de 15 000 appareils.

332 téléphones ont été vendus par le Post-Office, sans conditions pour les acheteurs, et pour une somme de 12 875 francs.

La *United Telephone C°* contre la *London and Globe Telephone and Maintenance C°*.

Ces deux Compagnies rivales comparaissaient une fois de plus, il y a quelques jours, devant une cour de justice.

La Compagnie plaignante demandait et obtint un jugement pour empêcher la Compagnie défendante de contrefaire un brevet de transmetteur téléphonique obtenu par Francis Blake et acquis par la Compagnie plaignante.

La Compagnie défendante s'est prévalue dans sa défense de ce que sur la demande même de la Compagnie plaignante, l'*Atterney-General* lui avait permis d'abandonner certaines parties de la spécification d'un brevet Edison également acquis par elle, et jugées mauvaises dans un procès récent (ce qui, par parenthèse, n'avait rien à faire avec le brevet Blake). Ladite Compagnie ajoutait que le *disclaimer* ou droit d'abandonner la partie du brevet adjugée défectueuse, avait été accordé à la condition qu'aucune action ne serait intentée contre la Compagnie défendante en contrefaçon des instruments contenus dans ledit *disclaimer*. La Compagnie admettait que les 800 instruments en sa possession constituaient une contrefaçon du brevet Blake, expliquant que ces instruments restaient sans emploi entre ses mains; qu'elle avait offert à la Compagnie plaignante d'enlever de ces instruments toutes les parties constituant une contrefaçon. La Compagnie défendante, enfin, contestait la validité du brevet.

Tous les arguments de la Compagnie défendante étant autant de preuves contre elle, le jugement a été rendu en faveur de la partie plaignante, et la Compagnie défendante a été, de plus, condamnée aux frais.

J. A. Berly.

Conférence polaire internationale de Vienne. — La conférence qui, dans son premier programme d'expédition avait indiqué que les déterminations relatives au Magnétisme terrestre devaient être faites avec les unités de Gaurs (millimètre, masse du milligramme, seconde) a

été, lors de son Congrès de 1884, unanime à reconnaître qu'il y avait lieu de tenir compte de la décision du Congrès International des Electriciens tenu à Paris en 1881, et a recommandé l'emploi des unités C. G. S. pour la détermination des composantes du Magnétisme terrestre.

COMPTEUR D'ÉNERGIE

DE MM. SIEMENS ET HALSKE

L'objet de cet appareil est d'enregistrer d'une manière continue l'énergie électrique consommée entre deux points d'un circuit. Il est applicable à tous les cas où l'on fait usage de machines électriques, mais plus spécialement à l'éclairage par arc ou par incandescence et au transport électrique de la force.

Principe de l'appareil. — L'instrument est basé sur le principe dit « de multiplication », d'après lequel le travail électrique absorbé entre deux points d'un circuit est proportionnel à l'action mutuelle de deux bobines (avec ou sans noyau de fer) dont l'une est parcourue par un courant proportionnel au courant principal, et l'autre par un courant proportionnel à la différence de potentiel entre ces deux points.

Quand un anneau de fer est mis en contact immédiat, par un point quelconque de sa périphérie, avec l'une des extrémités polaires d'un électro-aimant, il prend dans son ensemble et uniformément l'aimantation du pôle auquel il est relié. L'action du magnétisme de cet anneau sur un courant électrique circulant autour de lui est par suite la même en tous ses points. En conséquence, une bobine de fil parcourue par un courant et susceptible de glisser le long de l'anneau se déplacera en vertu d'une force proportionnelle à cette aimentation sur l'anneau entier jusqu'à son point de liaison avec l'électro-aimant. Si le magnétisme de l'électro-aimant et de l'anneau reste suffisamment éloigné du point de saturation du fer, il sera proportionnel à l'intensité du courant qui anime l'électro-aimant, et la force sous l'action de laquelle se déplacera la bobine glissant le long de l'anneau sera par suite, en chacune de ses positions, proportionnelle au produit des intensités des courants qui passent dans les spires de l'électro-aimant et dans celles de la bobine mobile. On peut dès lors utiliser cette

Digitized by Google

combinaison pour tous les mesureurs d'énergie électrique destinés à mesurer ou à enregistrer d'une façon continue le produit EI. Voici comment est réalisée cette action dans le compteur d'énergie représenté par la figure ci-contre (page 510).

Disposition de l'appareil. — L'anneau de fer est fixé horizontalement au pôle libre du noyau d'un électro-aimant. Par son centre et perpendiculairement à son plan passe un axe de fer suspendu à deux ressorts en spirale isolés l'un de l'autre et soutenu d'ailleurs par un fil qu'on peut tendre à volonté et qui l'empêche d'osciller tout en assurant sa position normale. A cet axe de fer, est fixé un système de deux bobines montées comme une paire de lunettes et disposées de manière à pouvoir se mouvoir sans frottement le long de l'anneau. Ces bobines formées de fil fin reçoivent le courant électrique par les deux ressorts en spirale dont nous venons de parler. L'extrémité inférieure de l'axe vertical en fer se termine par un petit sabot également en fer qui attire une petite armature mobile, reliée à l'axe par un étrier en laiton, lorsque cet axe se trouve aimanté par le magnétisme de l'anneau. Si l'aimantation de l'anneau et de l'électro-aimant vient à disparaître par suite de la rupture du courant qui circule dans les spires de ce dernier, la petite armature retombe et un couteau qui lui est fixé vient engrener dans la fine denture d'une roue taillée sur champ, située au-dessous de l'armature concentriquement avec l'axe de fer. Cette roue se trouve ainsi reliée à l'axe et participe à son mouvement tant que l'électro-aimant est désaimanté; elle en est au contraire disjointe aussi longtemps qu'un courant parcourt ses spires. Un pignon de renvoi transmet à un compteur les mouvements de la roue dentée. Dès lors si une branche du courant principal traverse les ressorts en spirale et les bobines mobiles, tandis qu'un courant de dérivation, pris sur tout le système conducteur dans lequel on veut mesurer l'énergie consommée, parcourt les spires de l'électro-aimant, le compteur enregistre la somme de tous les entraînements que les bobines impriment à l'axe pour des fermetures et des ruptures à intervalles réguliers de la dérivation du courant principal. Comme la force que les ressorts en spirale opposent au mouvement des bobines croît proportionnellement à l'angle de torsion, l'entraînement de l'axe est également proportionnel au produit EI, et par suite le compteur donne la somme de l'énergie consommée, la constante de l'instrument étant une fois déterminée.

Si l'on veut rompre, non pas le courant de l'électro-aimant, mais celui des bobines, ce qui est indiqué pour de grandes variations dans l'intensité du courant, en raison du magnétisme que conserve l'anneau

Digitized by Google

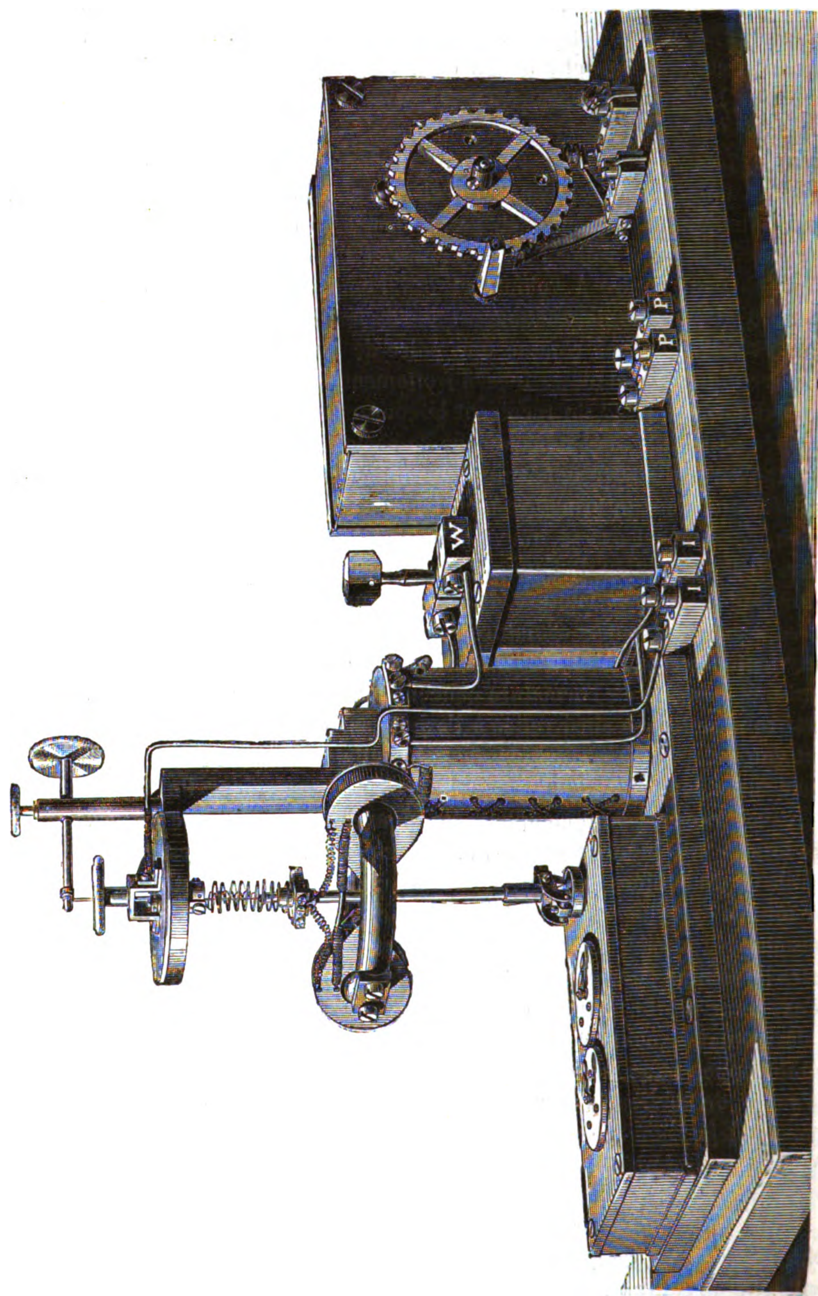


Fig. 1. — Compteur d'énergie électrique de MM. Siemens et Halske.

Digitized by Google

de fer, il suffit de disposer sur l'axe mobile en fer une bobine fixe enroulée de deux fils parcourus l'un par le courant qui excite l'électro-aimant, l'autre par celui qui traverse les bobines mobiles. Le premier fil est alors ajusté de telle sorte que l'action magnétisante de l'électro-aimant sur l'axe de fer soit exactement contrebalancée par l'enroulement des spires de fil qui enveloppent ce dernier, et la petite armature qui porte le couteau est attirée ou abandonnée suivant que le courant traversant les bobines mobiles est fermé ou rompu.

Cette alternance régulière, de minute en minute, de fermeture et de rupture du courant s'obtient soit à l'aide d'un mouvement d'horlogerie quelconque qui peut être lui-même actionné par le courant, soit au moyen d'une sorte d'horloge électrique à mercure. Cette horloge consiste en un tube de verre étiré en son milieu à l'état de tube capillaire et que l'on soude à ses deux extrémités après l'avoir à moitié rempli de mercure et y avoir fait le vide; dans ces conditions, le mercure peut passer de l'un des côtés du tube à l'autre, comme dans un niveau d'eau selon qu'on l'incline dans un sens ou dans l'autre. Cette inclinaison alternative est effectuée à l'aide d'un électro-aimant qui fait pencher d'un côté le tube, mobile autour d'un axe fixe, quand un courant parcourt ses spires, ou le ramène de l'autre côté sous l'action d'un ressort quand le courant est rompu. Le mercure opère cette fermeture et cette rupture dans la branche du tube par l'intermédiaire d'un fil de platine qui y est soudé. Au lieu d'un ressort de rappel, on peut encore employer deux petits électro-aimants et pour leur aimantation souder dans chaque moitié du tube des fils de contact.

L'appareil comprend en outre une boîte de dérivations séparées à deux résistances, que l'on peut introduire sur le courant principal.

Connexions. — Le courant principal est amené, à travers la résistance de dérivation, à l'un des deux points entre lesquels on veut enregistrer l'énergie absorbée ; les conducteurs du courant principal se fixent dans les trous de deux des quatre bornes rondes en laiton disposées en avant de la boîte de résistances.

Des deux bornes de table situées aux angles de cette même boîte partent des fils allant aux bornes I, I de l'appareil enregistreur.

Les deux bornes P, P de ce dernier sont reliées aux deux points du circuit principal entre lesquels il s'agit d'enregistrer l'énergie.

Intensité et potentiel. — On introduit dans le circuit principal des résistantes différentes selon les intensités et les différences de potentiel ; ainsi :

Pour des intensités de 4 à 40 ampères, on fait usage de la dérivation A;

Pour celles de 0,4 à 4 ampères, on fait usage de la dérivation B;

Pour des différences de potentiel inférieures à 100 volts, on n'introduit aucune résistance (la cheville W reste en place);

Pour celles de 100 à 1000 volts, on emploie la résistance W.

L'intensité et la différence de potentiel étant en général approximativement connues d'avance, on peut, dans la mise en œuvre de l'appareil, choisir la combinaison la mieux appropriée au cas auquel on a affaire.

Sensibilité. — L'appareil est réglé en chevaux-heures. Supposons par exemple, que la sensibilité soit 1 = 0,1 de cheval-heure, et que, après un temps quelconque, le premier cadran marque 65 : c'est qu'il a été consommé pendant ce laps de temps 6,5 chevaux-heures, soit l'équivalent de 6,5 chevaux en une heure, ou de 1 cheval pendant 6,5 heures, etc....

La sensibilité relative selon les résistances introduites est indiquée dans le tableau suivant :

Résistance de dérivation.	Résistance dans le circuit PP.	Sensibilité.
A	»	1° = 0,1 cheval-heure.
B	»	1° = 0,01 —
A	W	1° = 1,0 —
B	W	1° = 0,1 —

MACHINE A COURANTS ALTERNATIFS
DE MM. GANZ-ZYPERNOWSKY

Cette machine qui avait figuré en 1883 à l'Exposition d'électricité de Vienne est actuellement installée à la station centrale des chemins de fer de l'État hongrois à Buda-Pesth. Elle fournit le courant à 70 lampes à arc et 600 lampes à incandescence.

La machine, de dimensions peu communes, se compose de deux parties distinctes, une machine génératrice à courants alternatifs et une machine excitatrice, montées intérieurement l'une à l'autre. L'induit de la machine génératrice est fixe et se compose de 36 bobines roulées avec du fil de 3,8 millimètres. Les inducteurs, au nombre de 36, forment un pignon de 2^m,60 de diamètre et de 45 centimètres de largeur.

La machine excitatrice est un anneau Gramme à six pôles dont le diamètre moyen est de 1^m,20; le collecteur a 30 centimètres de diamètre et comprend 180 sections. Cet anneau tourne à l'intérieur des

Digitized by Google

champs magnétiques formés par les inducteurs fixes. Une particularité propre à cette machine, c'est que toutes les parties fixes, c'est-à-dire les bobines induites de la génératrice à courants alternatifs et les inducteurs de l'excitatrice à courant continu peuvent s'enlever sur le côté et permettent à un homme d'entrer dans la machine pour y faire les nettoyages et les réparations. A cet effet, tout l'ensemble glisse sur deux grosses barres horizontales et peut être amené en avant ou remis en place par la manœuvre d'un volant et d'engrenages. Un seul homme peut, en quelques minutes, séparer ainsi toutes les parties fixes des parties mobiles. Voici les principales conditions de fonctionnement de la machine alimentant 1200 lampes à incandescence en dérivation :

Résistance des 36 bobines induites en dérivation	0,0059 ohm.
— des 12 lampes et des conducteurs	0,038 —
— des inducteurs de la machine à courants alternatifs	0,44 —
— de l'anneau de Gramme	0,165 —
— des inducteurs de l'anneau de Gramme	0,24 —
Nombre de tours par minute	180 »
Différence de potentiel aux bornes de la machine à courants alternatifs	57,6 volts.
Différence de potentiel aux bornes de l'excitatrice	36,4 —
Courant fourni par la génératrice	1516 ampères.
— — l'excitatrice	88,8 —
Watts dans le circuit des courants alternatifs [1]	96297 »
— — d'excitation	6665 »
— — d'utilisation (lampes)	87330 »
Rendement électrique	85 pour 100

Le poids de la machine est d'environ 15 tonnes; elle a été construite en moins de trois mois. Elle servait, à l'Exposition de Vienne, à alimenter 900 lampes disposées dans le théâtre et 300 autres réparties dans les boutiques du voisinage. (*Engineering.*)

APPAREIL DE MANOEUVRE A DISTANCE

DES PILES AU BICHROMATE DE POTASSE

PAR M. G. MARESCHAL

Les piles au bichromate de potasse, surtout les piles à un seul liquide appliquées à l'éclairage électrique domestique, présentent toutes le grave inconvénient de consommer presque autant de zinc en

[1] Cette machine produit 119 chevaux d'énergie électrique disponible et transforme 140 chevaux-vapeur en énergie électrique. Elle doit absorber un travail mécanique effectif de 160 chevaux environ. C'est le chiffre le plus élevé obtenu jusqu'ici pour une seule machine. E. H.

Digitized by Google

circuit ouvert qu'en circuit fermé, et de s'épuiser inutilement et très rapidement si l'on néglige de retirer les zincs du liquide lorsque la batterie n'est pas en service. Mais cette opération purement mécanique est une grave sujétion qui obligeait jusqu'ici, soit à placer la pile près de l'endroit où on doit en faire usage, soit à disposer un système de transmissions mécaniques compliqué et peu décoratif.

C'est pour faire disparaître cet inconvénient inhérent à toutes les

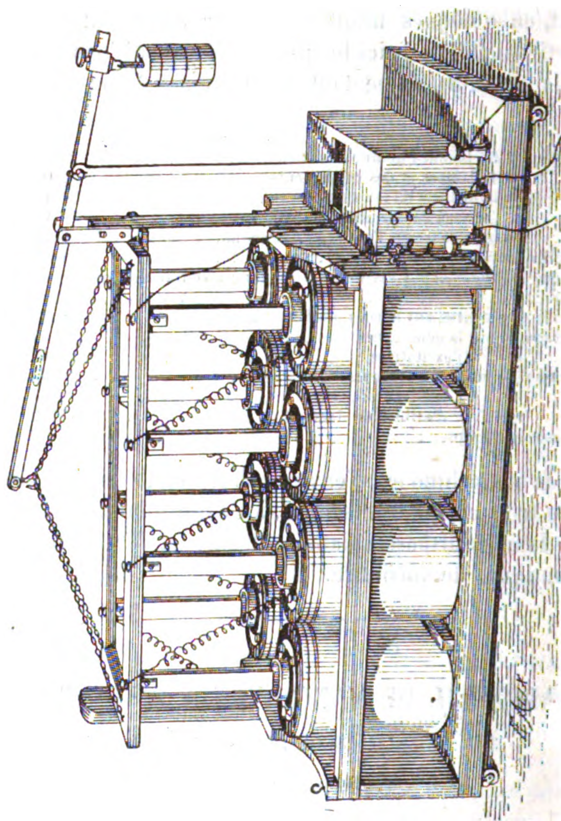


Fig. 1. — Appareil de manœuvre à distance des piles au bichromate de potasse de M. Mareschal.

piles au bichromate que M. Mareschal a imaginé et fait construire par M. Aboilard le système ingénieux que nous présentons aujourd'hui à nos lecteurs.

Ce système consiste à suspendre le châssis portant tous les zincs de la batterie (fig. 1) à l'extrémité d'un fléau horizontal, et à les équilibrer à l'aide de poids disposés à l'autre extrémité de ce fléau.

Le système étant ainsi équilibré, le soulèvement des zincs ou leur

immersion n'exige plus qu'un faible travail mécanique qu'on emprunte alors à un tournebroche ordinaire, à l'aide d'une combinaison qu'il sera facile de comprendre en se reportant à la figure 2, qui en indique le principe.

L'axe M du tournebroche entraîné en tournant une manivelle MD à laquelle se trouve fixée une bielle A, dont l'autre extrémité est attachée au fléau horizontal supportant les zincs et le contrepoids d'équilibre. Si l'axe M du tournebroche est animé d'un mouvement de rotation *continu*, il communiquera à la bielle A un mouvement de va-et-vient de bas en haut et de haut en bas qui se transmettra au fléau et produira alternativement l'immersion des zincs et leur soulèvement hors du liquide.

En arrêtant le tournebroche dans certaines positions convenablement choisies de la manivelle MD, on maintiendra à volonté les zincs plongés

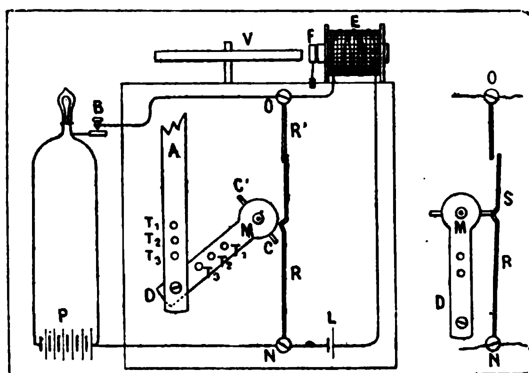


Fig. 2. — Principe de l'appareil de M. Mareschal.

dans le liquide ou hors de ce liquide. Voici comment M. Mareschal a réalisé ces conditions. Le tournebroche entraîne dans son mouvement un volant horizontal V, sur la jante duquel s'applique un sabot en fer F placé en regard d'un électro-aimant E. Dans la position ordinaire, le sabot fixé sur un ressort appuie contre la jante du volant et embraye le tournebroche par frottement. Lorsqu'on envoie un courant dans l'électro E, le sabot F est attiré, il s'éloigne du volant et débraye le tournebroche, qui se met à tourner jusqu'à ce que le courant cesse de passer dans l'électro.

Le problème se réduit donc à envoyer un courant dans l'électro et à faire cesser ce courant en temps utile. Ce résultat s'obtient très simplement à l'aide d'une pile Leclanché auxiliaire, — la pile établie

Digitized by Google

pour les sonneries de la maison peut servir, — et à fermer le circuit de cette pile sur l'électro F à l'aide d'un bouton B lorsqu'on veut allumer ou éteindre. Dans la position d'attente, par exemple, la manivelle MD est verticale, comme l'indique le petit diagramme à droite de la figure 2. Le circuit est *ouvert* entre M et N, par l'effet de la petite tige C, qui écarte le ressort R du ressort R′. Dès que le circuit a été fermé, ne fût-ce qu'un instant, la manivelle dépasse la position verticale, la tige C quitte le crochet S ; la lame R, en vertu de son élasticité, vient toucher la lame R′ et *continue* le contact initial jusqu'à ce que la manivelle MD, ayant accompli un demi-tour, la tige C′ vienne repousser la lame R et rompe de nouveau le circuit : le frein agit, la manivelle s'arrête après avoir tourné de 180 degrés, immergeant les zincs au maximum. Pour éteindre la lampe, il suffit d'appuyer de nouveau sur le bouton B. L'axe M accomplit un nouveau demi-tour, et lorsqu'il s'arrête, les zincs sont entièrement sortis du liquide.

On règle la profondeur d'immersion en fixant le bouton D de la manivelle dans les trous T_1 ou T_2 de la bielle, ce qui permet de faire varier la course et, par suite, le degré d'immersion.

L'installation comporte trois fils, dont deux relient la lampe à la batterie et le troisième sert à la manœuvre de l'appareil par la fermeture du contact B.

Grâce au système de M. Mareschal on peut utiliser les piles au bichromate de potasse pour un grand nombre de cas qui ne demandent qu'un éclairage de courte durée, jusqu'à épuisement du liquide, sans être astreint à la manœuvre fastidieuse du treuil et sans aucun dérangement. Le tournebroche permet d'effectuer un grand nombre d'allumages et d'extinctions sans qu'on ait à remonter son mouvement d'horlogerie; l'opération est d'ailleurs des plus simples et peut se faire chaque fois qu'on rend visite à la pile pour s'assurer de son état.

Nous estimons que l'appareil de M. Mareschal est le complément indispensable de toute installation d'éclairage électrique domestique dans lequel on fait usage de piles au bichromate de potasse, et en général, dans tous les cas où la pile s'use inutilement à circuit ouvert.

Il trouvera aussi son emploi dans les laboratoires où la pile au bichromate est recherchée à cause de ses qualités particulières de puissance, et où il est souvent nécessaire de la commander d'un point assez éloigné de celui où elle se trouve.

Digitized by Google

BIBLIOTHÈQUE PUBLIQUE

DU MINISTÈRE DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES

L'institution de la Bibliothèque du Ministère des postes et des télégraphes ne remonte qu'à quelques années, elle est pourtant aujourd'hui déjà dans un état de prospérité qui fait le plus grand honneur à l'administration de M. Cochery. Ce service compte près de 10 000 volumes et occupe 5 salles à l'entresol du Ministère, rue de Grenelle, n° 101. Une salle de travail bien éclairée est convenablement aménagée pour recevoir simultanément 12 ou 14 personnes, mais l'hiver dernier l'affluence des lecteurs fut telle qu'on se vit presque obligé de renvoyer les visiteurs. Dans une excellente intention, M. Georges Cochery, au service duquel ressortit administrativement la Bibliothèque, a décidé que, pendant l'hiver, les séances d'ouverture se prolongeraient jusqu'à dix heures du soir, et a donné des ordres pour que la Bibliothèque fût également ouverte les dimanches et les jours de fêtes dans les mêmes conditions que la semaine. Aussi, sous la direction de M. E. Jacquez, ce service est-il en pleine activité. En 1879, la Bibliothèque n'avait qu'un nombre insignifiant de lecteurs (203), tandis qu'en 1884 elle atteindra vraisemblablement le chiffre de 5000. L'ouverture de cette Bibliothèque est une bonne fortune pour les électriciens, auxquels nous nous permettons de la recommander; car M. Cochery a libéralement autorisé toute personne justifiant de son identité à venir consulter les richesses que le bibliothécaire y a rassemblées à force de patience: nous disons de patience, car le budget de la Bibliothèque nous semble dérisoire. Il a fallu profiter des occasions, provoquer des dons, faire des échanges, obtenir des cessions gratuites des autres ministères pour arriver à constituer une bibliothèque de 10 000 volumes en si peu de temps, avec 2500 francs de crédit annuel!

Les richesses que nous y avons constatées nous font juger de l'excellente direction donnée à ce service sérieux; nous y trouvons en effet les traités de Gilbert (1600), Otto de Guériche (1672), Hawksbee (1754), Euler (1755), Aépinus (1759), Beccaria (1771), Marat (1782), Sigaud de la Fond (1785), Van Marun (1786), Nollet (complet), Volta, Galvani, Franklin, Priestley, Izarn, Haüy, Cavendish, Ampère, de La Rive, Faraday, Gauss, Weber, etc.; tous les livres modernes sur l'électricité, et surtout une collection complète des *Mémoires et Comptes rendus de l'Académie des sciences*, des *Annales de chimie et de physique*, et enfin toutes les publications périodiques sur l'électricité dans toutes les langues.

Digitized by Google

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance publique annuelle du 5 mai 1884.

PRIX FOURNEYRON. —(Commissaires : MM. *Cornu, Rolland, de Freycinet, Jamin; Tresca,* rapporteur.) — La fondation que l'Académie doit au célèbre inventeur de la turbine Fourneyron exige d'elle la désignation préalable de la question qui doit faire l'objet du concours : c'était, cette fois, celle du transport du travail à distance.

M. A. Hirn, le frère de notre savant correspondant de Colmar, a donné à ce problème, par ses câbles télodynamiques, dont l'emploi se propage de plus en plus, une solution qui aurait peut-être engagé votre Commission à vous proposer de lui rendre un hommage auquel la mort de l'inventeur ne saurait moralement nous soustraire, et c'est avec un profond sentiment de son importance que nous rappelons ici les services que cette ingénieuse solution a rendus à la mécanique appliquée.

D'un autre côté, voici que M. MARCEL DEPREZ, par ses belles expériences du chemin de fer du Nord, et par celle de Grenoble à Vizille, a pratiquement démontré que le transport de l'énergie y avait été réalisé avec succès pour une puissance de 4 à 5 chevaux-vapeur et jusqu'aux distances de 8 et 15 kilomètres. L'installation de câbles télodynamiques ne pourrait sans doute se prêter à un si grand parcours, et tout fait penser que la transmission électrique, dans la direction dont M. Deprez poursuit heureusement l'étude, aura facilement raison de plus grandes longueurs et de plus grandes puissances transmises.

C'est donc à bon droit, et sans avoir même à escompter les promesses de l'avenir, que votre Commission, à l'unanimité, décerne à M. MARCEL DEPREZ le prix Fourneyron pour 1883.

PRIX LACAZE. — (Commissaires : MM. *Edm. Becquerel, Jamin, Berthelot, Desains, Cornu, Boussingault, Dumas, Bertrand; Fizeau,* rapporteur.) — La Commission propose à l'Académie de décerner le prix Lacaze à M. HENRI BECQUEREL, ingénieur des ponts et chaussées, professeur suppléant au Conservatoire des arts et métiers, répétiteur à l'École polytechnique, pour l'ensemble de ses travaux de physique expérimentale, parmi lesquels elle est heureuse de signaler :

Digitized by Google

« Les recherches sur le pouvoir rotatoire magnétique des corps solides des liquides et des gaz » ;

« Les mesures de la rotation du plan de polarisation par une colonne de sulfure de carbone sous l'influence du magnétisme terrestre » ;

« Enfin la découverte, dans la partie infra-rouge du spectre, de plusieurs raies métalliques nouvelles mises en évidence au moyen des phénomènes de phosphorescence ».

Les conclusions de ce rapport sont adoptées.

Prix Penaud. — (Commissaires : MM. *Dupuy de Lôme*, *Marey*, *Jamin*, *Rolland*; *Tresca*, rapporteur.) Extrait. — Après l'expérience de M. Giffard sur un ballon fusiforme mû par une petite machine à vapeur, en 1852, après la grande expérience de 1872 de notre éminent confrère M. Dupuy de Lôme, sur un aérostat, de même profil, entraîné à bras d'hommes par une hélice, la principale difficulté consistait à obtenir, sous le même poids, un moteur beaucoup plus puissant. M. Gaston Tissandier en a, l'an dernier, réalisé tous les éléments en employant d'abord une machine dynamo-électrique servie par des accumulateurs et, mieux encore, par une batterie d'éléments légers de pile au bichromate de potasse. Il a, plus récemment, fait fonctionner par ce moyen un ballon de 2000 mètres cubes, rempli d'hydrogène d'une grande pureté, préparé en grand à l'aide d'un appareil de nouvelle construction. Il a ainsi obtenu une vitesse de 3 mètres de déplacement par seconde, mais le gouvernail n'a pas suffi pour s'opposer à toute rotation de l'aérostat....

En résumé, le problème de la navigation aérienne, dans un air tranquille, n'est résolu que par le ballon dirigeable, et dans des limites de vitesse qui ne permettent pas encore d'aborder les véritables conditions de la pratique; les aéroplanes et les oiseaux artificiels sont encore plus loin de la solution, et laissent entrevoir des dangers inévitables. Cependant des études sérieuses ont été faites, et parmi les cinquante-quatre mémoires présentés au concours, votre Commission a recherché le travail le plus sérieux de chaque groupe ; elle n'avait pas l'espoir d'y rencontrer une solution quelque peu complète, et elle s'estime heureuse de pouvoir proposer à l'Académie de disposer de la libéralité de M. Penaud en trois parts égales, attribuées à MM. Gaston Tissandier, Duroy de Bruignac et V. Tatin, dont le présent rapport a pour objet de lui faire connaître sommairement les travaux.

Les conclusions de ce rapport sont adoptées.

Digitized by Google

PRIX PROPOSÉS

Grand prix des sciences mathématiques. — (Prix du budget.) — Question proposée pour l'année 1884. — La Commission chargée de présenter un sujet de prix pour les sciences mathématiques a proposé la question suivante :

Perfectionner en quelque point important la théorie de l'application de l'électricité à la transmission du travail.

Le prix consistera en une médaille de la valeur de *trois mille francs*.

Les mémoires devront être remis au secrétariat avant le 1er juin 1884; ils porteront une épigraphe ou devise, répétée dans un billet cacheté qui contiendra le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si la pièce à laquelle il appartient est couronnée.

Prix Bordin. — Question proposée pour 1882 et remise à 1885. — *Rechercher l'origine de l'électricité de l'atmosphère et les causes du grand développement des phénomènes électriques dans les nuages orageux.*

Le prix sera une médaille de la valeur de *trois mille francs*. Les mémoires destinés au concours seront reçus jusqu'au 1er juin 1885; ils devront être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce pli ne sera ouvert que si le mémoire auquel il appartient est couronné.

Prix Lacaze. — L'Académie décernera en 1885 un prix de *dix mille francs* aux ouvrages ou mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la *physique*.

Séance du 12 mai 1884.

M. le Président annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Adolphe Wurtz*, membre de la section de chimie, décédé le 12 mai 1884. Les obsèques doivent avoir lieu le 15 mai.

M. le Président, après s'être fait l'interprète des regrets des membres de l'Académie, propose de lever immédiatement la séance.

Les comptes rendus renferment les discours prononcés aux obsèques de M. Wurtz par M. *Friedel*, au nom de l'Académie des sciences, et par M. *Bouquet de La Grye*, au nom de l'Association française pour l'avancement des sciences.

Digitized by Google

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

—

Séance du 2 mai 1884.

M. le SECRÉTAIRE GÉNÉRAL signale dans la correspondance :

1° Une note de M. Gravier, de Varsovie, relative aux différents modes d'interruption d'un courant sans production d'étincelles;

2° Une lettre de M. Bandsept, de Bruxelles, ajoutant quelques remarques à sa communication précédente sur le rendement des accumulateurs; ces remarques portent sur l'influence très remarquable de diverses conditions en apparence secondaires : on augmente le rendement en faisant les prises à la partie inférieure des électrodes et maintenant celles-ci entièrement plongées dans le liquide.

M. le PRÉSIDENT signale à la Société, la présence à la séance d'un grand nombre des physiciens éminents réunis en ce moment à Paris pour la conférence internationale des unités électriques et cite, en particulier, Sir *W. Thomson* et *M. Broch*, membres honoraires de la Société, *MM. Van der Mensbrugghe* et *Tacchini*, membres du Conseil, enfin *MM. Von Helmholtz*, *Bosscha*, *Hughes*, *F. Kohlrausch*, *Roiti*, *Werner Siemens*, *H. Weber*, *G. Wiedemann*, qui ont bien voulu témoigner par leur présence de l'intérêt qu'ils portent aux travaux de la Société française de physique.

M. BOUTY expose la suite de ses recherches sur la conductibilité électrique des dissolutions salines très étendues.

M. G. SCIAMA présente à la Société les nouveaux galvanomètres industriels de Sir W. Thomson, pour la mesure des forces électromotrices, des intensités, et des résistances et conductibilités. Ces appareils sont caractérisés par l'emploi d'un système astatique à suspension de cocon, muni d'un amortisseur à liquide (glycérine) et d'un index en aluminium qui se déplace le long d'une échelle graduée; pour les deux premiers instruments cette graduation est faite suivant les tangentes des arcs.

Le courant à mesurer traverse dans l'ampèremètre de fortes barres de cuivre en forme d'anneau. Pour faire varier à volonté la sensibibilité, on a entouré l'aiguille de deux cylindres de cuivre verticaux et concentriques. Chacun d'eux porte, suivant ses génératrices opposées, deux aimants rectilignes de directions contraires. Il suffit donc de faire tourner convenablement ces deux cylindres pour donner au

Digitized by Google

champ magnétique une valeur comprise eutre la somme et la différence des champs des deux systèmes d'aimants; on peut ensuite déplacer ensemble les deux cylindres pour donner au champ résultant l'orientation voulue.

Le voltmètre reproduit cette dernière disposition. Il comprend en outre quatre bobines de résistance de 1000 ohms, disposées comme dans un galvanomètre différentiel de Thomson et une série de résistances additionnelles qu'on peut introduire à volonté dans le circuit. En déplaçant convenablement le plan de symétrie des quatre bobines, on peut rendre égales les déviations que prend l'aiguille vers la droite ou vers la gauche pour un même courant. Le voltamètre est étalonné par une pile de 4 éléments au sulfate de cuivre fournissant une force électromotrice de 4,24 volts.

Le mho-ohmmètre est un instrument destiné à mesurer soit les résistances en *ohms*, soit les conductibilités en *mhos* (inverse de l'ohm); il ne possède plus naturellement d'aimants directeurs comme les précédents et comprend seulement deux systèmes de quatre bobines perpendiculaires l'un à l'autre. Dans le premier, le conducteur, formé de grosses lames de cuivre, reçoit le courant principal. Dans le second, le conducteur est constitué par un fil fin et reçoit un courant dérivé aux extrémités de la résistance à mesurer. Le système astatique prend une certaine position d'équilibre sous l'influence de ces deux courants. Une double graduation donne alors les ohms (résistance) ou les mhos (conductibilité). L'instrument est étalonné au moyen d'une résistance connue.

Le voltmètre permet de mesurer 0,002 volt à 2000 volts; l'ampèremètre de 0,02 ampère à 950 ampères, et le mho-ohmmètre de 0,0002 ohms à 16 ohms. On pourra aller beaucoup plus loin avec des bobines plus résistantes.

M. Blavier rappelle les résultats principaux auxquels l'a conduit l'étude des courants telluriques.

BIBLIOGRAPHIE

—

Les machines dynamo-électriques, par le professeur Silvanus P. Thompson (Traduction par E. Boistel). — *Félix Alcan*, éditeur, 108, boulevard Saint-Germain, Paris.

Nous souhaitons la bienvenue à cette petite brochure qui comble

Digitized by Google

assurément une lacune dans notre bibliothèque électrique. Simple reproduction de trois conférences faites en Angleterre, elle contient un résumé très condensé et éminemment pratique du sujet qu'elle embrasse, et a sa place marquée auprès de tous ceux qu'intéresse l'électricité. L'absence de formules mathématiques d'un ordre élevé la rend facilement accessible au consommateur peu versé dans la science, et bien des points spéciaux, tels qu'une classification raisonnée des machines électriques, la première théorie clairement donnée de certaines d'entre elles, une représentation graphique très ingénieuse des lois du travail et du rendement, etc., en feront l'objet d'une utile étude même pour les électriciens de profession. Peut-être certains critiques feront-ils au traducteur le reproche de ne pas s'être assez affranchi des formes anglaises; il ne nous déplaît pas, quant à nous, de voir conserver à une œuvre quelconque son caractère original, du moment où la clarté et la correction du style n'ont pas à en souffrir. Nous ne pouvons que nous féliciter de voir passer dans notre langue une de ces œuvres à la fois solides et de prétentions modestes dont nos voisins possèdent mieux que nous le secret, et nous la recommandons tout particulièrement à nos lecteurs.

FAITS DIVERS

L'INTENSITÉ DU COURANT DANS LES TUBES DE GEISSLER. — Les facilités de graduation et d'emploi que présente le galvanomètre Deprez d'Arsonval, nous ont donné l'idée de l'appliquer à la mesure du courant nécessaire à l'illumination d'un tube de Geissler. Grâce à l'obligeance de M. Gaston Planté, qui a bien voulu charger 800 de ses petits éléments secondaires pour cette expérience, nous avons pu mesurer ce courant avec la plus grande simplicité.

Le galvanomètre était réglé pour donner une division de l'échelle par cent-millième d'ampère, soit 100 divisions par milli-ampère.

Au moment de l'allumage du tube, le courant était de 3500 micro-ampères, il s'affaiblit successivement et l'extinction se produisit brusquement à 150 micro-ampères.

Pendant tout le temps de la décharge on a pu suivre la décroissance régulière du courant. Pour calculer l'*énergie* électrique dépensée par le tube, il aurait fallu connaître aussi la différence de potentiel aux bornes de ce tube. On peut cependant estimer dès à présent sa limite supérieure, car au début cette différence de potentiel ne devait pas dépasser 1600 volts.

Le débit maximum était alors de :

$$1600 \times 0{,}003500 = 5{,}6 \text{ watts},$$

soit environ un demi-kilogrammètre par seconde. A la fin de la décharge, la

Digitized by Google

dépense était à peine de 0,2 watt, soit 2 centièmes de kilogrammètre par seconde.

L'expérience que nous venons de relater avait pour but de nous assurer des avantages que présente l'emploi du galvanomètre Deprez d'Arsonval pour la mesure des faibles intensités. Nous nous proposons de reprendre ces expériences et de les compléter en faisant varier les tubes et leurs conditions de fonctionnement, et d'étudier la production dn courant des machines dites *statiques*, à frottement ou à induction, par les méthodes galvanométriques ordinaires. E. H.

—

Ressources de la Commission électro-technique de la Société polytechnique de Munich. — Il nous semble du plus haut intérêt de donner une idée des ressources consacrées par cette Société à une de ses commissions, celle qui est préposée à l'étude des questions électro-techniques.

Tout d'abord la municipalité lui a généreusement concédé un vaste local, pourvu d'un moteur hydraulique. La Société n'a pas hésité à l'approprier à sa nouvelle destination, et ce avec ses propres ressources. Elle y a installé pour 2850 marks d'appareils photométriques, 3755 marks de moteurs électriques, 2905 marks d'instruments de mesure ; ces dernières dépenses se sont élevées seules à 10 000 marks (environ 12 500 francs). En outre, on a substitué à la roue hydraulique une turbine, moteur dont la vitesse s'accommode mieux au régime des dynamos. Nous ne comptons pas les nombreux appareils, dynamos, lampes à arc et à incandescence, accumulateurs qui ont été gracieusement offerts par les constructeurs qui désiraient connaître le résultat des expériences auxquelles ces appareils donneraient lieu.

Les années suivantes, la collection des appareils a été complétée au fur et à mesure des besoins ; c'est ainsi que l'on a fait l'acquisition de deux nouvelles dynamos à 2000 marks, de diverses lampes à incandescence pour 300 marks, d'une lampe à arc pour 250 marks, d'un rhéostat à 800 marks, de 250 marks de fil de cuivre, de 850 Mark, d'accumulateurs, etc., etc.

Avec de tels moyens, on a pu étudier les questions suivantes : Conditions dans lesquelles il y a lieu d'utiliser le transport électrique de l'énergie, aussi bien dans la grande que dans la petite industrie. — Détermination de la durée des lampes à incandescence. — Ces expériences, exigeant au moins 2000 heures d'éclairage, ne laissent pas que d'être coûteuses. — Efficacité, capacité, rendement, durée des accumulateurs. — Relation entre l'énergie consommée par une lampe à incandescence et son intensité lumineuse. — Parallèle entre le rendement et le fonctionnement des divers types de dynamos. — Vulgarisation de toutes les applications et appareils nouveaux. — Enfin, consultations à titre gracieux, sur tout ce qui touche au domaine de l'ingénieur électricien, de manière à faciliter de tous ses moyens en Bavière le développement rapide de cette nouvelle branche de l'activité humaine.

De tels chiffres, une telle nomenclature, se passent de commentaires. La *pauvre* Allemagne, épuisée par ses armements, trouve des capitaux pour l'extension de son domaine colonial, et la vulgarisation chez elle de cette

Digitized by Google

science au développement de laquelle on mesurera bientôt l'état de civilisation d'un peuple. N. T.

—

Arc ou incandescence? — C'est à propos des petits foyers que se pose la question résumée par le titre de ce fait divers. On se rappelle qu'à l'Exposition d'électricité de 1881, M. Jamin était parvenu à faire fonctionner des bougies avec un courant de 3,5 ampères et 74 volts aux bornes, en donnant une intensité lumineuse moyenne sphérique de 9,4 becs Carcel.

A l'Exposition de Vienne, M. Uppenborn faisait fonctionner une lampe à arc de 3,5 ampères et 57 volts, consommant juste autant d'énergie électrique que 5 lampes Edison type B (8 bougies) montées en dérivation. Le but poursuivi par M. Uppenbonn dans cette expérience était de prouver que, à dépense égale d'énergie électrique, l'arc produit beaucoup plus de lumière que l'incandescence.

Mais le dernier mot des petits arcs n'est pas dit, si l'on en croit une lettre adressée à M. Uppenborn par la maison Siemens. M. Siemens aurait réussi à obtenir des petits arcs avec 2 ampères seulement et 35 à 40 volts aux bornes, mais il ne fait connaître ni le diamètre des charbons ni leur nature, ni la longueur de l'arc.

Le fait mérite d'être signalé, et nous espérons que M. Uppenborn voudra bien réaliser les expériences qu'il a entreprises sur ce sujet, et dont il annonce la publication prochaine. Ces petits arcs sont peut-être la solution de l'avenir pour l'éclairage des rues, car les foyers à arc ordinaire sont trop intenses, et les lampes à incandescence ont un rendement lumineux et une puissance bien faibles pour être employées avec succès. Nous tiendrons nos lecteurs au courant des résultats obtenus.

—

Inauguration d'un chemin de fer électrique en Prusse. — Le chemin de fer de Sachsenhausen-Offenbach est complètement terminé ; les essais ont été couronnés de succès. La station centrale se compose d'un moteur de 250 chevaux, de 3 chaudières de 113m,9 de surface de chauffe, et de 4 dynamos de Siemens et Halske. Les chaudières sont à bouilleurs; elles sont timbrées à 6 kilos et n'exigent que 1 kilogramme de charbon pour vaporiser 8k,50 d'eau. Une seule suffit pour les besoins ordinaires du service; dans les mêmes conditions il n'y a lieu d'atteler que deux dynamos marchant à 750 tours par minute.

Le matériel de traction se compose de 8 voitures, dont 3 découvertes, munies chacune de sa machine secondaire et pouvant en outre remorquer chacune une voiture de tramway ordinaire contenant 30 personnes comme les premières. Le développement total de la ligne est de 6655 mètres. Malgré cette longueur qui dépasse de beaucoup celles qui ont été atteintes jusqu'ici par les autres lignes électriques, malgré des rampes de 1/32 et des courbes de 35 mètres de rayon, la traction se fait d'une façon sûre et régulière. La ligne dessert 12 stations : le parcours total pourrait se faire en 24 ou 26 minutes, y compris les arrêts, soit à raison de 15 kilomètres à l'heure. Lors de

Digitized by Google

la réception de la ligne, il y a six semaines environ, on a reconnu qu'il était inutile de s'astreindre à une vitesse de 9 à 12 kilomètres, selon les localités à traverser, les voitures étant munies de freins puissants, sans compter la dynamo qui, par une disposition spéciale, fait elle-même office de frein, et peut arrêter le train au bout de 2 mètres de parcours, la vitesse acquise étant de 15 kilomètres à l'heure. Il y a donc lieu de croire que cette vitesse de 15 kilomètres sera autorisée par l'autorité. Le chemin de fer fonctionnera de six heures du matin à onze heures du soir, à raison de 2 trains montant et de 2 trains descendant par heure dans les premiers temps de l'exploitation et de 4 trains un peu plus tard. Le prix du parcours total est de 20 pfenning.

—

Un problème à résoudre. — Il est fort probable que l'électricité est appelée à résoudre le problème ainsi posé par le *Bulletin des mines*, à la suite d'un accident qui aurait pu avoir les plus graves conséquences :

« Les entrepreneurs chargés des travaux d'agrandissement de la gare de Cerbère ont cherché à faire sauter une masse de rocher, au moyen d'une grande mine chargée de dynamite.

« Cette mine percée dans un schiste extrêmement dur avait à agir sur un front de 10 mètres avec une hauteur de 25 mètres. Elle était formée d'une galerie en forme de T, et s'enfonçait dans le massif à 8 mètres du front. Les formules habituellement employées avaient indiqué une charge de 660 kilogrammes de dynamite n° 3, qui fut répartie en deux charges égales placées aux deux extrémités du T, à 7 mètres de distance, et devant agir simultanément.

« La mine, tirée dans les derniers jours de janvier, n'avait produit que peu d'effet ; on attribua cet insuccès, soit à l'insuffisance de la charge, à cause de la dureté exceptionnelle du rocher, soit à cette circonstance qu'il existait une faille par laquelle les gaz s'étaient échappés en grande partie.

« Ce n'était cependant pas là la véritable raison. Une des deux moitiés de la charge n'avait pas été enflammée et était restée intacte dans le massif. Le 18 avril dernier, au moment où plusieurs coups de mine partaient, dans le voisinage, une explosion formidable a eu lieu, c'était celle de cette charge.

« Comme il ne restait plus qu'une assez faible résistance, il y a eu des projections considérables et des dégâts matériels assez importants ; heureusement il n'y a eu aucune victime. Cet accident aurait pu être extrêmement grave, si l'explosion s'était produite pendant que les mineurs étaient dans le chantier ; il est vrai que la cause qui l'a produit, explosion d'une mine voisine, n'existait pas alors. On voit néanmoins combien il est important que l'on puisse se rendre compte de ce fait : savoir si dans une mine où l'explosion a été répartie en plusieurs charges, toutes les charges sont réellement parties.

« Le problème à résoudre n'est pas sans difficulté, et nous appelons sur ce sujet l'attention des ingénieurs. »

—

Éclairage électrique du théatre royal de Stuttgard (Kgl. Hoftheater). — Les

Digitized by Google

chaudières et les machines sont installées dans deux bâtiments isolés de 260 mètres carrés de superficie chacun. Les 4 chaudières munies de foyers fumivores, système Tembrink, se composent chacune d'un corps cylindrique supérieur de $1^m,10$ de diamètre et de $6^m,02$ de longueur et de deux bouilleurs inférieurs de $0^m,63$ de diamètre et de $5^m,39$ de longueur, donnant une surface de chauffe totale de 33 mètres carrés. Elles sont timbrées à 8 atmosphères. Une pompe à vapeur spéciale fonctionne pour l'alimentation, qui peut d'ailleurs être faite également par des injecteurs. L'autre bâtiment contient deux machines Compound à condensation de 60 à 100 chevaux de force, tournant à raison de 130 révolutions à la minute, actionnant chacune 4 dynamos, type K (Edison), et par suite 250 lampes Edison de 16 bougies normales, et un petit moteur spécial à 3 cylindres de Siegel, marchant à 400 tours, actionnant une Edison type E chargée de l'éclairage nécessaire aux services et aux répétitions. On a préparé également les fondations d'une troisième machine Compound et de deux autres Edison, type K, en prévision de l'éclairage futur du palais royal. Un arbre intermédiaire mû par courroies tourne à raison de 300 révolutions, et transmet son mouvement, également par courroies, aux arbres des dynamos, qui font 900 tours par minute.

Les courants provenant des 4 machines Edison se réunissent en quantité dans un même câble qui se sépare sous la scène en 4 branchements dont deux se rendent au régulateur de la scène, et deux se dirigent à droite et à gauche de la salle. Les inducteurs des 4 dynamos étant réunis en quantité, il est facile, au moyen d'un régulateur principal se trouvant dans la chambre des machines, de renforcer ou d'affaiblir à volonté l'éclairage total. La tension s'observe au moyen d'un voltamètre d'Uppenborn ; un appareil à signaux de Senbel indique par des feux rouges ou verts, si l'on est au-dessus ou en dessous de la tension normale. — Quand cette dernière est atteinte, les deux feux susmentionnés sont éteints.

La rampe est pourvue d'un régulateur à 32 leviers enlevant ou intercalant des résistances, et permettant de passer par toutes les nuances, depuis la lumière éclatante jusqu'à l'obscurité la plus complète. On peut même, à l'aide d'écrans de gélatine, colorer à volonté la lumière en jaune, rouge, ou vert. Une disposition spéciale permet d'imiter les lueurs orageuses et les éclairs; il suffit pour cela d'agir à la fois et brusquement sur toutes les résistances du circuit, de manière à faire briller instantanément toutes les lampes. L'éclairage ordinaire de la salle est fait par le lustre, qui est composé de 170 lampes de 16 b. n. L'éclairage *à giorno* s'obtient en alimentant les 159 lampes de 10 b. n. réparties dans les 3 galeries.

Les lampes sont distribuées comme suit : 40 pour la rampe, 10 dans les coulisses, 120 dans la charpente, 24 de grand modèle (32 b. n.), avec globes en verre dépoli, 90 dans les chambres de toilette des artistes, 170 dans le lustre, 210 dans les escaliers, les couloirs, l'entrée principale, etc., 5 dans la chambre des chaudières, 11 dans la chambre des machines, 159 aux 3 galeries, 39 à l'orchestre. En dehors de cela se trouvent les lampes alimentées par la petite machine type E et le moteur à cylindres, réparties un peu partout, et principalement dans les couloirs de dégagement, de manière à parer à toute éventualité. (*Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ingen.*)

Digitized by Google

Comment on écrit l'histoire scientifique dans les journaux politiques quotidiens :

« M. Marcel *Desprez*, l'ingénieur qui *a fait l'admirable découverte du transport de la force par l'électricité* et qui pour cela a obtenu, il y a quelques jours, à l'Académie des sciences, le prix Fourneyron, vient de faire don du montant de ce prix à la Société des amis des sciences.

« Cette Société a pour but, on le sait, de secourir les savants dans le besoin ou de venir en aide aux veuves et enfants des savants morts pauvres. »

Le pavé est tellement lourd que le nom s'en trouve écorché. Le correspondant qui nous envoie cet extrait l'a détaché du *Mot d'ordre*. Mot d'ordre paraît être, en effet, le mot exact pour qualifier d'aussi audacieuses affirmations, affirmations qui doivent donner à l'étranger une piètre idée de nos connaissances et de notre impartialité scientifiques.

—

Le mot de la fin. — Le *Od-Listok*, journal slave, raconte de quel subterfuge ingénieux se serait servi un agent de police pour extorquer un aveu d'un pauvre diable nommé S..., dans les mains duquel on avait trouvé de l'argenterie d'une provenance suspecte. L'agent eut l'idée de se rendre dans un bureau de téléphone, d'appeler un de ses collègues d'un arrondissement voisin, et de le prier de lui téléphoner à un signal donné, les paroles suivantes : « S..., avoue que tu as volé ces objets, ou tu t'en repentiras. » Ceci fait, l'agent amène le malheureux accusé au bureau du téléphone, et lui montrant l'appareil récepteur, lui dit que cette machine allait lui dire toute la vérité, puisqu'il continuait à mentir. S..., qui n'avait jamais vu de téléphone, esquissa un sourire d'incrédulité. L'agent lui plaça alors le récepteur à l'oreille et donna le signal convenu. Aussitôt S... perçut distinctement ces mots ; « S..., avoue que tu as volé ces objets, ou tu t'en repentiras. » Le coupable fut tellement saisi par ces paroles inattendues qui semblaient lui venir du Ciel qu'il avoua immédiatement son délit.

—

Un *comble* avant qu'il ne soit démodé d'en commettre :
Le comble de la rapidité électrique :
L'organisation du *Laboratoire central d'électricité*.

Le propriétaire gérant,
G. MASSON.

9889. — Paris, Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus.

Digitized by Google

INDICATEURS ÉLECTRIQUES CONTINUS
A DISTANCE
VITESSES, NIVEAUX, PRESSIONS, TEMPÉRATURES, ETC.

—

La plupart des appareils construits jusqu'ici pour l'indication à distance des phénomènes, soit par l'électricité, soit par l'air comprimé, la vapeur ou l'eau sous pression, ne transmettent ces indications que par points, ce qui exige un nombre assez grand de fils conducteurs ou de tuyaux de conduite.

Lorsque les conducteurs sont en petit nombre, il faut alors un récepteur mécanique plus ou moins compliqué chargé de traduire sur une aiguille les émissions successives qui traversent la conduite sous l'influence du transmetteur.

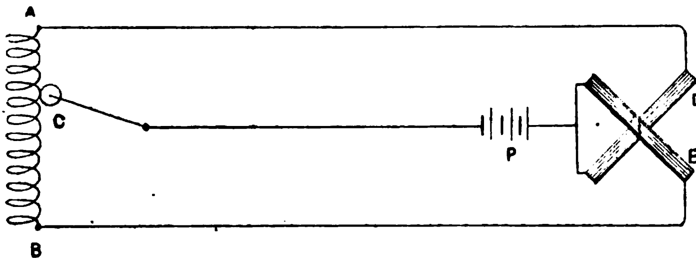


Diagramme de principe des indicateurs continus à distance.

Nous avons cherché à réaliser ces indications à distance d'une façon *continue*, à l'aide d'un nombre restreint de conducteurs, — deux au minimum, trois au maximum, — en les rendant complètement indépendantes de la puissance de la pile, et nous y sommes parvenu par une combinaison nouvelle d'appareils connus depuis longtemps, mais appliqués jusqu'ici à d'autres usages.

Le principe de l'appareil est fondé sur le *Resistance Measurer* de M. Fleeming-Jenkin, décrit dans le cinquième Rapport du *Committee on Electrical Standards*, à l'Association britannique pour l'avancement des sciences (Dundee, 4 septembre 1867) et

Digitized by Google

réinventé en 1881, d'une manière tout à fait indépendante, par M. J. Carpentier sous le nom de *Boussole de proportion*[1].

Concevons deux bobines circulaires de même moment magnétique, ayant par exemple même diamètre et même nombre de tours, disposées à angle droit, et une petite aiguille aimantée placée à leur centre commun. Si un courant de même intensité traverse l'appareil, l'aiguille, sollicitée par les deux forces égales et rectangulaires exercées par les deux cadres, se placera à 45 degrés, et si les deux cadres ne sont pas disposés rectangulairement, elle se fixera suivant la bissectrice de l'angle de ces deux cadres, en négligeant, bien entendu, l'influence du magnétisme terrestre, influence qu'il est d'ailleurs facile de détruire par un certain nombre d'artifices sur lesquels il est inutile d'insister.

Si le courant dans l'une des bobines est plus intense que dans l'autre, l'aiguille prendra une nouvelle position, position indépendante des valeurs absolues des deux intensités, mais reliée seulement au *rapport* de ces deux intensités.

Le moyen le plus simple de faire varier ce rapport consiste à faire varier le rapport des résistances de deux circuits dérivés contenant chacun l'une des bobines, par l'introduction dans ces circuits de résistances variables. C'est ainsi que l'on arrive à *comparer* des résistances, et c'est cette seule application qu'avaient indiquée MM. Fleeming-Jenkin et J. Carpentier.

Pour transformer l'appareil de mesures de résistances en un indicateur continu à distance, il suffit de constituer le récepteur avec l'ensemble des deux bobines et de l'aiguille et d'utiliser le phénomène que l'on veut transmettre à commander les résistances variables introduites dans les deux circuits dérivés.

La forme du récepteur reste donc toujours sensiblement identique à elle-même; celle du transmetteur varie avec la nature du phénomène à indiquer. La figure ci-dessus montre, à titre d'exemple, le montage d'un système d'indication de vitesse de machine ou de niveau d'eau.

Le transmetteur est une application de notre régulateur à résistance variable présenté à l'Académie des sciences par M. Th.

[1] Voy. l'*Électricien* du 1er déc. 1881, nº 16, p. 189.

Digitized by Google

du Moncel le 9 décembre 1878. Concevons une longue spirale de fil de cuivre recouvert d'un isolant et roulé sur un long cylindre. Enlevons la couverture de ce fil suivant une génératrice du cylindre et sur une largeur de 1 centimètre environ. En faisant rouler un galet métallique sur ce cylindre, on voit que la résistance totale du fil entre les points A et B sera divisée en deux parties dont la somme sera constante, mais qui seront en général inégales, le rapport de ces deux résistances dépendra de la position du galet. C'est ce galet qui constitue le point de dérivation des deux circuits des deux bobines C et D. A chaque position du galet correspondra donc une position, et une seule, de l'aiguille; une graduation convenable du cadran sur lequel elle se meut permettra donc de connaître à chaque instant la position du galet correspondante, et, par suite, les variations du phénomène auquel ces positions obéissent.

S'il s'agit d'indiquer une vitesse, le galet sera commandé par le régulateur à force centrifuge; s'il s'agit d'un niveau d'eau, le galet sera relié directement ou indirectement à un flotteur; s'il s'agit d'une pression, le galet suivra les mouvements de l'aiguille du manomètre ou d'un indicateur de Watt spécialement disposé à cet effet.

Pour l'indication des températures, depuis les plus basses jusqu'aux plus élevées, le transmetteur se simplifie et devient exclusivement physique, sans aucun organe mécanique interposé. Il suffit de placer dans l'endroit dont on veut indiquer à distance la température, une résistance constituée par un métal dont la résistance varie avec la température. Suivant les températures, le fer ou le platine conviennent très bien. Le transmetteur du pyromètre électrique de M. Siemens est particulièrement bien disposé pour les hautes températures, nous substituons aux deux voltamètres les deux bobines du récepteur.

Suivant les indications à transmettre, M. de Branville, notre constructeur, établit des récepteurs à aiguille indicatrice ou à réflexion, à bobines rectangulaires ou obliques, etc.

Au début, nous avons rencontré des difficultés pratiques pour obtenir l'apériodicité des indications, apériodicité inutile lorsqu'il s'agit de phénomènes à variations lentes, mais indispen-

Digitized by Google

sable pour les phénomènes à variations rapides, tels que les vitesses des machines.

Nous y parvenons à présent à l'aide d'aiguilles légères, de bobines allongées et d'amortisseurs convenablement combinés.

Les formes et les grandeurs des appareils varient d'ailleurs avec la nature des phénomènes à transmettre, l'usage auquel ils sont destinés, la précision que l'on veut obtenir, etc.

Le nombre des applications est en quelque sorte illimité; ces applications sont aussi nombreuses que les phénomènes continus eux-mêmes : nous aurons l'occasion de mettre prochainement sous les yeux de nos lecteurs quelques formes pratiques répondant à des cas donnés. E. Hospitalier.

TÉLÉGRAPHE MULTIPLE A SYNCHRONISME

SYSTÈME DELANY

Ce système repose à la fois sur le principe de la roue phonique comme mouvement et comme régularisation, sur celui de Elisha Gray comme traduction de signaux vibrés, et sur celui de la division du temps (Rouvier, Meyer, Baudot) pour la distinction des signaux des différents appareils fonctionnant simultanément sur la même ligne.

La figure 1 représente deux postes en correspondance; chacun d'eux possède un diapason A et son électro-aimant excitateur; une roue phonique et son électro-aimant moteur; un disque distributeur F et son frotteur *f*.

Les deux diapasons donnant la même note, on parfait le réglage au moyen des vis a^2. Le diapason est entretenu en vibration par un courant de pile locale LB qui traverse les deux demi-bobines A toutes les fois qu'une tige B' articulée sur l'une des branches, mais isolée de celle-ci, vient toucher un contact platiné x; la figure 1 fait voir le passage du courant par la ligne pointillée a^1; aux ruptures, les étincelles sont évitées par la dérivation résistante a^1R^1.

Digitized by Google

La deuxième branche du diapason ferme avec la tige B, de la même façon, le circuit commandant la roue phonique au moyen de l'électro-aimant D, par le circuit *d*; une dérivation à travers

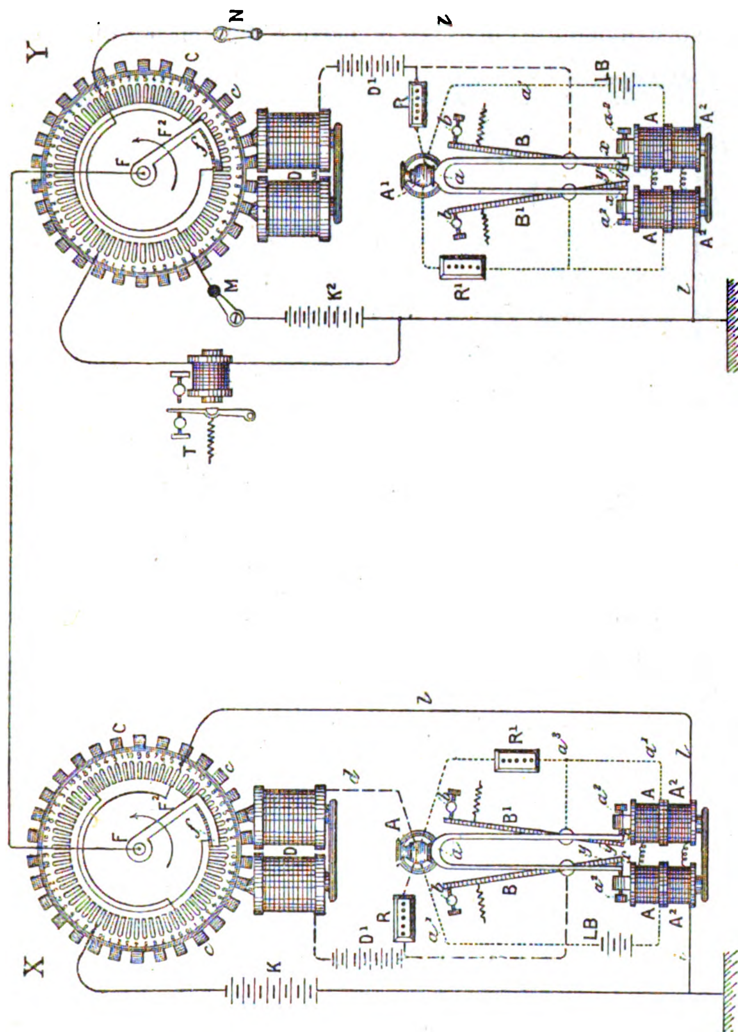


Fig. 1. — Correspondante de deux portes multiples, système Delany.

la résistance R sert de passage aux extra-courants de rupture.

Les figures 2 et 3 font voir les dispositions du distributeur ; le bras F^2 porte un balai *f* qui parcourt la circonférence du disque divisé ; un balai horizontal *g* donne à l'axe du bras *g'* la commu-

Digitized by Google

nication permanente avec la ligne. La roue de fer doux C est placée au-dessus du bras F et l'entraîne dans son mouvement de rotation, de même qu'un cylindre H plein de mercure qui forme volant.

Le distributeur est divisé en 60 parties, dont on fait 6 secteurs

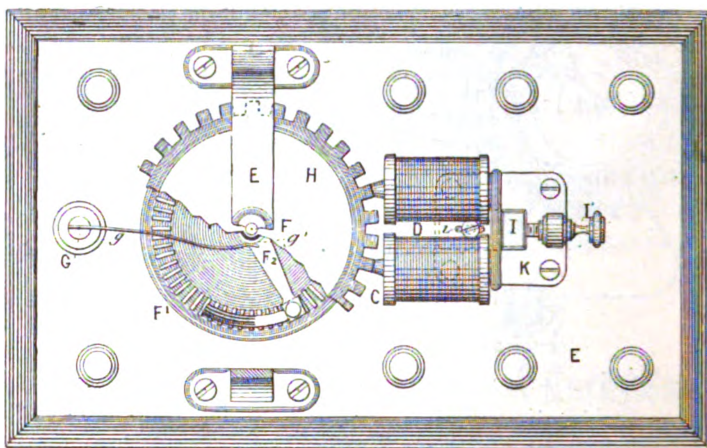


Fig. 2. — Plan du distributeur.

de 10 divisions. La figure 4 montre 4 relais intercalés entre la ligne et 4 groupes d'appareils de transmission et de réception (clés et sounders). Ces appareils sont reliés à la ligne par le

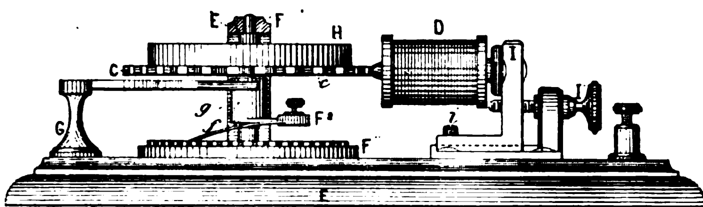


Fig. 3. — Vue latérale du distributeur.

distributeur, de la manière suivante : dans chaque secteur, la figure 4 montre que les contacts 1 et 5 sont reliés au relais R; 2 et 6 au relais R^1; 3 et 7 au relais R^2, et 4 et 8 au relais R^3. De sorte que pendant que le distributeur fait un tour complet, chaque relais est relié 12 fois à la ligne. Supposons que les

Digitized by Google

diapasons fassent normalement 85 vibrations par seconde, et qu'il y ait 30 dents à la roue, les balais feront 2 tours $\frac{5}{6}$ par seconde, et par conséquent les appareils seront $\frac{17 \times 12}{6} = 34$

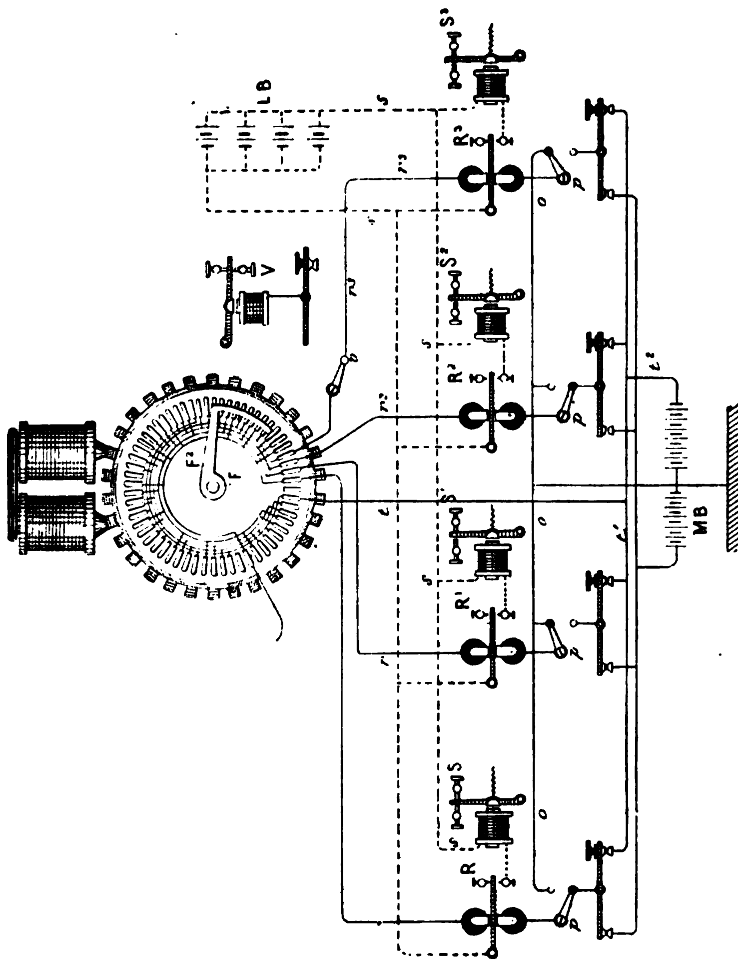


Fig. 4. — Montage de quatre relais.

fois par seconde en communication avec la ligne, ou bien, pendant la durée d'une seconde, chaque opérateur aura disposé de la ligne, tout seul, 34 fois, et chaque fois pendant

$\frac{6}{60+17} = \frac{1}{170}$ de seconde, avec des intervalles variant de 4 à $\frac{6}{170}$ de seconde. Pour la transmission de signaux Morse, ces conditions peuvent être admises comme identiques à une communication permanente, de sorte que les 4 opérateurs de New-York correspondront avec Chicago par un seul et même fil, comme s'ils avaient chacun un fil spécial; il faut pour cela que le relais d'arrivée soit disposé de façon à reproduire les signaux vibrés qu'il recevra.

Mais on comprend que s'il n'y a pas synchronisme entre les deux distributeurs, le poste Y venant par exemple à tourner plus vite, les courants de l'appareil R, transmis par 1 et 5 par X, tomberont dans les contacts 2 et 6 du poste Y, et y actionneront le récepteur R'. Nous n'avons pas parlé jusqu'à présent des contacts 9 et 10 de chaque secteur, ils sont réservés à la correction. Les contacts 9 du poste X sont reliés de 2 en 2 à la pile positive de ligne, les trois autres restent isolés. Au poste Y, dans les secteurs symétriques à ceux dans lesquels le poste X a relié la pile aux blocs 9, les blocs 9 sont isolés, les blocs 10 sont élargis vers les blocs 9 voisins, et ils sont mis en communication avec un circuit *l* traversant les bobines inférieures A^2 de l'électro-aimant excitateur du diapason. S'il y a synchronisme parfait, le courant envoyé de X par le 9 ne trouve aucune issue au poste Y. Mais si Y est en avance, il sera arrivé sur le contact 10, qu'on a élargi vers le 9 à dessein, et le courant traversera les bobines A_2. Ce surcroît d'action de l'électro-aimant excitateur sur le diapason ralentira celui-ci et rétablira le synchronisme. — Cet effet pourra se renouveler trois fois dans le tour, aux secteurs 1, 3, 5 par exemple. Le croisement du contact 10 permet de corriger des différences moindres que 1 contact.

Par les secteurs 2, 4, 6, c'est Y qui relie ses contacts 9 à la pile de ligne, et X épanouit ses contacts 10 et les met en relation avec les bobines A^2 de son diapason. Supposons que X ait ralenti Y, mais d'une trop grande quantité, par le secteur 1; ce sera alors X qui se trouvera en avance sur Y au deuxième secteur, et Y le corrigera à son tour; et ainsi de suite : excellente correction dans les deux sens. — On peut aussi relier tous les

Digitized by Google

contacts 9 de l'un des postes à la pile, et tous les contacts 10 du poste correspondant à l'électro-aimant excitateur; mais, dans ce cas, on ne corrige que dans un sens, l'avance ou le retard, suivant le sens de la pile et le sens de l'élargissement des lamelles 10.

L'entrée de chaque relais étant reliée au distributeur (contacts respectifs), la sortie aboutit à une manette *p*. Lorsqu'on la place sur le contact *o'*, fil de terre, le relais peut fonctionner sous l'action des courants reçus, il actionnera le sounder; si on met la manette sur le butoir opposé, le manipulateur est relié au relais, aux contacts du distributeur qui lui appartiennent et enfin à la ligne quand le balai passe sur ces contacts. Le butoir de repos de la clé est en communication avec une pile négative,

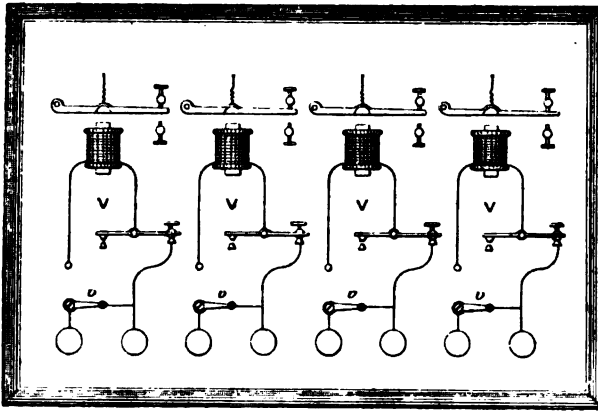


Fig. 5.

et le butoir de travail avec une pile positive; ces courants inversés sont préférables pour la succession régulière des signaux sur la ligne et le fonctionnement du relais à l'arrivée. Si la ligne est longue, on combat sa charge statique en intercalant entre les divisions d'étroites lamelles mises à la terre.

On peut réunir ces 4 appareils dans un même poste ou les répartir dans des villes voisines; dans ce dernier cas, un relais supplémentaire fonctionne une fois par tour dans chaque poste sous l'action d'un courant émis par un contact du distributeur, pour lui indiquer que le système fonctionne et qu'il peut transmettre. Un manipulateur est adjoint à ce relais, de sorte qu'il sert également à correspondre avec le poste central à la manière

Digitized by Google

ordinaire. Dans ce cas, le poste central possède 4 relais groupés figure 5, qu'il observe, et qui lui servent de récepteurs avec les lignes venant des postes desservis. Ainsi Paris recevrait de Lyon par un appareil; Clermont-Ferrand, Grenoble et Dijon disposeraient des trois autres par 3 fils allant à Lyon se rattacher au distributeur. Lyon pourrait, quand ces postes ne travaillent pas avec Paris, les amener aux relais du groupe figure 5 et correspondre avec eux. L. Baradel.

LES APPAREILS NOUVEAUX
A L'EXPOSITION INTERNATIONALE D'ÉLECTRICITÉ DE VIENNE

CHEMINS DE FER (*Suite.*) [1]

COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DU NORD-OUEST AUTRICHIEN

Signal d'intercommunication électrique. Cet appareil, imaginé par M. Bechtold, a quelque analogie avec celui de la Süd-Bahn que nous avons décrit précédemment.

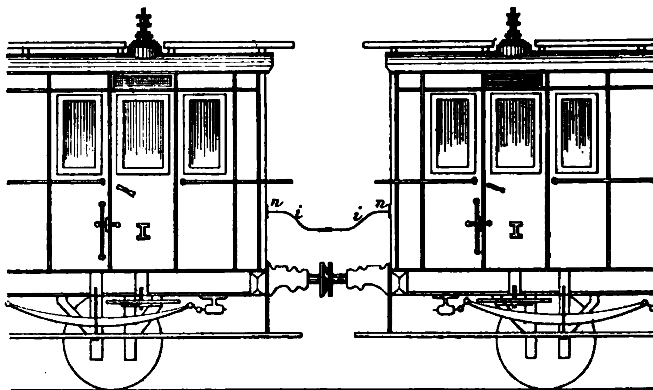


Fig. 1. — Accouplement système Bechtold.

Le mode d'accouplement entre les voitures s'obtient à l'aide de pièces identiques fixées à l'extrémité d'un câble qui pro-

1. Voy. l'*Électricien*, du 1er juin 1884, n° 76, p. 490.

Digitized by Google

longe, à chaque extrémité de chaque voiture, le double circuit du train.

L'une de ces pièces *a* (fig. 3, 4), en caoutchouc durci est percée, dans toute sa longueur, de deux rainures diamétralement

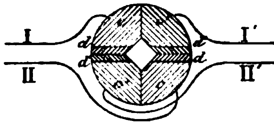


Fig. 2.

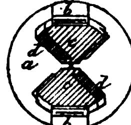


Fig. 3.

opposées où viennent s'engager deux ressorts en acier *b* portant chacun un prisme en laiton *c*, dont l'une des faces latérales est garnie d'une bande de caoutchouc *d*. Ces prismes, dont les extrémités se terminent en pointe, portent également deux contacts de platine.

Le tout est fixé dans une douille métallique *e*, à laquelle est suspendue une petite tige *f*, pouvant être amenée dans les encoches *h*, en forçant les ressorts à s'écarter.

Le câble *i*, auquel est suspendu cet ensemble, est formé de deux artères, bien distinctes, composées chacune de 7 fils de cuivre recouverts d'une double enveloppe en gutta-percha, et d'une enveloppe extérieure en fils de jute goudronnés. Chacune des artères est terminée par une douille fixée au prisme *c* par une vis *k*.

Contre la paroi des wagons, le câble pénètre dans une douille en fonte *n* portant une autre douille en caoutchouc *o*.

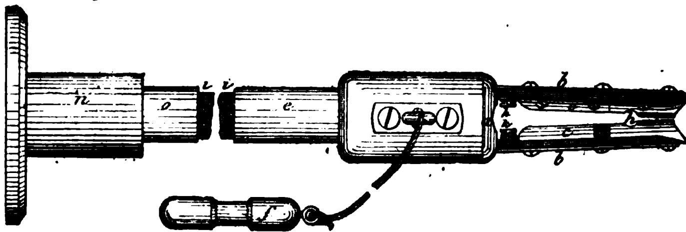


Fig. 4. — Détails de l'accouplement.

En enfonçant l'une dans l'autre les pièces d'accouplement de deux voitures voisines on réunit entres elles chacune des deux artères dont nous avons parlé (fig. 1, 2).

Digitized by Google

Les manipulateurs mis à la disposition des voyageurs dans les voitures ont, au moins quant à l'aspect extérieur, quelque ressemblance avec ceux que nous avons décrits dans le système de la Süd-Bahn. L'un de ces appareils représenté figures 5, 6 se compose d'un anneau métallique *a*, fermé par un couvercle *b* qui maintient la pointe de contact *c*. Un battant *e*, mobile autour de la charnière *d*, permet de rendre prisonnière une feuille de papier empêchant normalement l'accès de la pointe *c*.

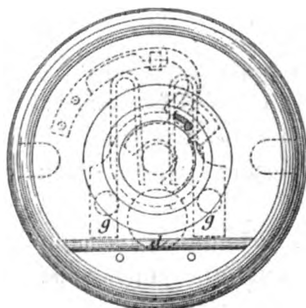


Fig. 5. — Commutateur. Plan.

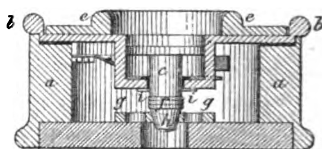


Fig. 6. — Commutateur. Coupe.

Quand, avec le doigt, on crève la feuille de papier, on appuie en même temps sur la pointe *c* qui relie alors métalliquement les deux ressorts de contact fixés sur le disque en caoutchouc durci. Les cannelures *f* ont pour but d'enlever l'oxydation possible des ressorts.

Normalement, les ressorts *g* font remonter la pointe de contact *c* autant que le permet le heurtoir *i*. Une clef, que l'on introduit dans le trou *k*, sert à rompre le circuit en ramenant la pointe de contact après que celle-ci a été poussée. Cette clef agit en outre sur un ressort spécial, ce qui a pour but de faire sauter le battant *e*. On peut alors remplacer la feuille de papier et rétablir l'appareil dans son état normal.

Dans les fourgons sont également disposés des manipulateurs, beaucoup plus simples et formés simplement de deux ressorts que l'on peut amener au contact par la pression d'un bouton.

Comme les appareils installés dans les compartiments des voitures à voyageurs, ceux des fourgons, actionnés par les agents, sont utilisés pour échanger des signaux à l'aide d'une

Digitized by Google

sonnerie d'alarme. Mais, dans ce dernier cas, la sonnerie ne fonctionne que par intermittence et alors seulement que l'on presse sur les ressorts; tandis que, dans le cas de l'appel d'un voyageur, la sonnerie fonctionne d'une manière continue.

Cette sonnerie représentée figure 7 est disposée de manière à

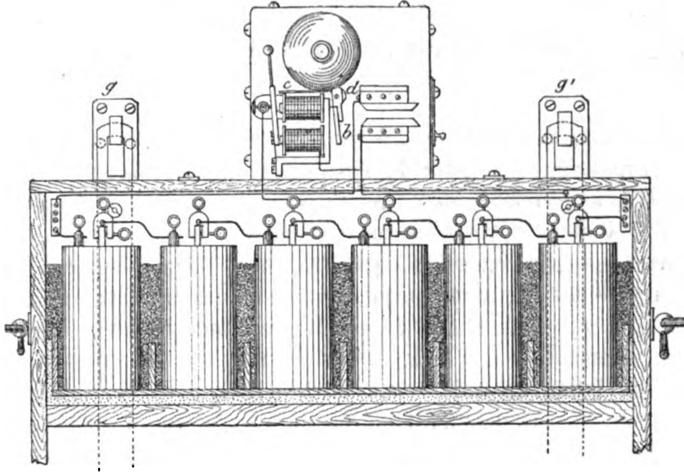


Fig. 7. — Sonnerie.

éviter qu'elle ne tinte sous l'action seule des trépidations du train. — A cet effet, une armature *b*, pouvant osciller autour de l'axe *d*, porte un petit bras *c* dont la longueur est calculée de manière à empêcher le battant de venir frapper contre le timbre quand il ne passe pas de courant dans l'électro-aimant.

Sur le même support, on remarque un appareil d'intercalation dont les deux prismes métalliques sont identiques à ceux des accouplements des voitures.

Cet ensemble est installé à la partie supérieure d'une boîte pouvant se fixer par les crochets *g* et *g'* contre la paroi des wagons, et contenant six éléments Leclanché, deux câbles de réserve de 12 mètres de longueur munis d'accouplements, quatre tarières, une boîte renfermant des feuilles de papier et deux clefs de manipulateur.

Les câbles de réserve sont destinés à des wagons non munis des signaux d'intercommunication, que l'on se verrait obligé d'ajouter à un train.

Digitized by Google

Pour terminer, nous citerons un *poste télégraphique* portatif pour courant continu et composé d'un support avec appareil Morse à molette, d'un manipulateur, d'une boussole et d'une bobine de câble. L. CHENUT.

CORRESPONDANCE ANGLAISE

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE A L'EXPOSITION INTERNATIONALE D'HYGIÈNE. — Cette exposition, corollaire de l'exposition des pêcheries de l'année dernière, a bénéficié, dans une grande proportion, de la pratique acquise pendant toute la saison qu'a duré celle-ci. C'est ainsi que, depuis l'inauguration même, qui a eu lieu le 5 mai dernier, l'exposition a pu rester ouverte jusqu'à dix heures du soir, et les fêtes du mercredi, qui se terminent à onze heures, ont pu avoir lieu dès le commencement.

L'installation mécanique a surtout gagné, dans l'ensemble aussi bien que dans les détails, d'une manière frappante, le matériel et la force motrice étant disposés d'une façon rationnelle qui contraste avec le pêle-mêle de l'installation de l'année dernière.

L'installation de force motrice, entièrement fournie par la maison Davey, Paxman et Cº de Colchester, se compose de deux paires de machines horizontales accouplées, de 300 chevaux indiqués, par paire, soit 600 chevaux ; une machine horizontale compound de 200 chevaux indiqués, une machine semi-fixe compound, type locomotive, de 120 chevaux indiqués; une machine locomobile de 80 chevaux, une machine type locomotive de 100 chevaux ; une batterie de six chaudières type locomotive marchant à 7 kilogrammes de pression, et deux autres chaudières du même type.

La force motrice totale est donc de 1100 chevaux-vapeur. Parmi les systèmes en opération, l'on a remarqué : 1080 lampes Swan de 46 volts, éclairant la grande galerie du Sud, laquelle a 240 mètres de long. L'effet de cette illumination est frappant, et démontre certainement la possibilité d'éclairer de grands espaces depuis un centre; mais, au point de vue de l'éclairage, le résultat laisse considérablement à désirer, cette immense galerie étant plongée dans une pénombre fatiguante.

Ces 1080 foyers sont alimentés par deux machines Siemens W_{11} à courants alternatifs.

La maison *Siemens* éclaire, de plus, la grande serre avec 4 foyers

Digitized by Google

à arc de 6000 candles alimentés par une *shunt-dynamo* à courant continu.

La Compagnie *Brush* éclaire une galerie avec 16 lampes à arc montées sur le circuit d'une machine dynamo de leur système, et un buffet au moyen de 80 lampes à incandescence actionnées par une machine à courant continu du type dit *Victoria.* — La *Hammond Electric Light C°* emploie 7000 lampes Woodhouse et Rhawson de 50 volts et 20 candles, alimentées par une machine Ferranti à courants alternatifs de 400 volts; et 40 foyers Brush actionnés par une machine Brush.

La Compagnie *Jablochkoff* emploie 80 bougies, brûlant par paires, dans 40 lampes, et alimentées par 4 machines Gramme à courants alternatifs de 20 foyers; et 250 lampes à incandescence alimentées par une autre machine Gramme.

MM. Woodhouse et Rawson, outre les 1000 lampes Hammond, citées plus haut, ont encore 250 lampes alimentées par une machine Hockhausen, et 125 autres foyers, dont 50 de 20 volts et 10 candles.

La *Sun Electric Light C°* (lampe soleil) emploie 14 lampes alimentées par une machine Gramme à courant continu et excitée par une petite Gramme.

La *Pilsen Joel Electric Light C°* emploie 40 lampes Pilsen à arc de 1000 candles alimentées par 3 machines Schückert à courant continu.

M. *A. Sennett* emploie 10 lampes à arc de son système et d'une puissance de 3500 candles; ces lampes sont alimentées par une machine Elphinstone-Vincent.

M. *Varley* emploie 20 lampes à arc de son système à charbon flexible et alimentées par une machine Gramme à courants alternatifs de 10 foyers Jablochkoff.

MM. *Oppermann Brothers* alimentent, avec une de leurs machines type 200 volts : 300 lampes de 50 volts, disposées en 4 séries et des types Swan, Gatehouse, Woodhouse et Rawson, *Consolidated Electric Light C°*, et avec une autre machine des lampes Fox.

M. *H. Edmunds* emploie 25 lampes à arc Hockhausen alimentées par une machine H_1H_1 du même inventeur, et six foyers à arc de 3000 candles chacun, placés au haut d'un mât de 36 mètres de hauteur, et alimentés par une machine analogue; enfin 250 foyers à incandescence alimentés par des accumulateurs.

La Compagnie *Gérard* emploie 20 lampes à incandescence de 100 candles, alimentées par une machine Gérard.

M. *Mackie* éclaire l'extérieur du « Vieux Londres vu par le clair de lune » (un quartier de la City de Londres tel qu'il existait au quinzième siècle, et la grande curiosité de l'Exposition) avec cinq lampes

Digitized by Google

à arc *Lea*, de 2000 candles, et la salle du jury avec 40 lampes à incandescence système Etright et Mackie; employant respectivement deux machines Gramme (E. et A.) et une machine Gramme E.

MM. *Elphinstone et Vincent* éclairent l'intérieur du Vieux Londres à l'incandescence, et d'autres endroits au moyen de 10 lampes Sennett alimentées par 2 de leurs machines.

La *Edison Swan Electric Light C°* emploie 1000 lampes Edison Swan de 91 volts, alimentées par 10 machines Edison, et éclairent, en outre, différents pavillons au moyen de 200 lampes Swan environ.

MM. *Clark et Bowman* emploient 8 lampes à arc de leur système, d'une puissance lumineuse de 1000 candles et alimentées par une machine « Lumsley » de fabrication de Paterson et Cooper.

MM. *R. E. Crompton et C°* emploient 50 lampes à incandescence et une lampe à arc de 10 000 candles, alimentées par des machines système Bürgin.

Par le résumé ci-dessus, le lecteur se rendra compte de l'importance de cette immense installation d'éclairage électrique qui, à elle seule, constitue une exposition tout à fait digne d'une visite spéciale de la part des intéressés.

Les visiteurs n'ont pas été négligés dans les améliorations qui ont présidé à l'installation de la chambre des machines; au lieu d'être exclus et parqués en dehors de la porte, comme l'année dernière. deux plates-formes spacieuses auxquelles deux doubles escaliers donnent accès, et divisant le bâtiment en trois parties dans le sens de sa longueur, permettent au public de se rendre compte des moindres détails de cette intéressante installation. M. W. D. Gooch, l'ingénieur chargé de l'installation et du service de l'éclairage mérite certainement les plus grands éloges pour la façon pratique avec laquelle il s'est acquitté de sa difficile mission.

Tous les éclairages sont payés, l'administration de l'exposition fournissant la force motrice, les câbles et les crayons, et payant pour la main-d'œuvre spéciale ainsi que pour la location du matériel.

L'exposition des pêcheries et celle d'hygiène ont donné des résultats tellement satisfaisants qu'il a été décidé en principe de maintenir les bâtiments spécialement érigés pour leur usage, et de continuer la série d'expositions spéciales commencée avec tant de succès.

L'année 1885 doit voir une exposition d'invention, et comprendra tous les appareils, procédés et produits inventés ou mis en usage depuis 1862.

La seconde division aura rapport aux instruments de musique produits depuis 1800.

Le Comité exécutif, déjà nommé, a pour président le prince de Galles,

Digitized by Google

et le marquis d'Hamilton comme vice-président. Cette exposition ne manquera pas d'être du plus haut intérêt et nous ne saurions, dès à présent, trop encourager les inventeurs et fabricants à se préparer pour y figurer dignement.

Fils aériens. — La question si discutée des fils aériens, ce nœud gordien de la téléphonie, a fait, dernièrement, des progrès assez considérables, mais malgré cela ne semble pas sur le point d'être tranchée définitivement.

De grands pas ont cependant été faits dans la voie d'une solution, par les décisions judiciaires rendues par le juge Stephen dans le cas du *Wandsworth Board of Works*, contre la *United Telephone C°*, et par la Commission des chemins de fer, dans le cas du même *Wandsworth Board of Works* contre le *Postmaster General*.

Le *Wandsworth Board of Works*, semble donc avoir courageusement arboré l'étendard de la défense des droits paroissiaux dans cette question de fils aériens. Nous allons voir avec quels résultats.

Dans le premier cas, celui du *Board* contre la *United Telephone C°*, le cas est le suivant :

Ladite Compagnie est Compagnie publique, non incorporée par acte de Parlement. Dernièrement, elle érigeait, pour l'usage d'un abonné, une ligne téléphonique reliant les deux maisons d'affaires de celui-ci, dans la commune de Putney. Les deux appareils téléphoniques attachés l'un à chaque extrémité de la ligne, ainsi que ladite ligne, sont la propriété de la Compagnie, qui les entretient dans des conditions faisant l'objet d'un traité avec l'abonné. La ligne est fixée en onze points différents à des cheminées, sur le parcours et, à certains points, traverse des espaces considérables au-dessus de la voie publique, dans un cas important faisant un angle très obtus et ne se trouvant pas à plus de 9 mètres au-dessus du sol. Le *Board* demande une injonction contre la Compagnie pour l'empêcher de retenir, sans sa permission préalable, la ligne incriminée, s'appuyant, pour ce faire, sur les trois arguments suivants : 1° les défendeurs sont une Compagnie sujette aux conditions de la loi sur les télégraphes et, comme telle, sans autorité pour établir une ligne télégraphique le long ou en travers d'une rue ou voie publique, sans le consentement préalable des autorités en ayant le contrôle; 2° les demandeurs, comme propriétaires du sol, ont un droit absolu d'empêcher les défendeurs de suspendre des fils au-dessus de leurs voies publiques d'après le principe que l'air au-dessus desdites voies était tout aussi bien leur propriété que celles-ci; 3° les demandeurs prétendent que

Digitized by Google

ces fils sont une incommodité et constituent un danger pour le public.

Le juge Stephen, dans un discours écrit très érudit, passe en revue les arguments des demandeurs et décide, en ce qui concerne le premier point, que le *Board* n'a pas réussi à établir son cas, les défendeurs étant une Compagnie privée dont l'existence dépend d'une licence accordée par le *General Post Office* (la seule Compagnie télégraphique d'Angleterre), ne peuvent être assimilés à une Compagnie télégraphique incorporée par le Gouvernement.

Quant au second point, sur lequel tout le procès semble tourner, il est adjugé en faveur des demandeurs.

Le troisième point est vague, des lignes aériennes pouvant certainement, dans des cas donnés, constituer des incommodités et créer des dangers, comme, dans d'autres cas, ces mêmes lignes peuvent ne présenter aucun de ces inconvénients.

En résumé, jugement est donné en faveur des demandeurs et l'exécution de l'injonction est suspendue jusqu'à ce que l'appel qui résultera probablement de cette décision ait été entendu.

Dans le second cas, le même *Board of Works* de Wandsworth se présente en appel contre une décision rendue dans un procès dont nous avons déjà entretenu nos lecteurs, en faveur des autorités du *Post-Office*, et autorisant celui-ci à placer des lignes aériennes télégraphiques dans certaines parties du district gouverné par le *Board* de Wandsworth.

La Cour d'appel devant laquelle ces cas particuliers sont jugés est constituée, d'après la loi sur les télégraphes, par la Commission des chemins de fer; et cette Cour, composée de Sir F. Piel, M. Price et M. Miller, vient de confirmer, en l'appuyant, le jugement rendu en première instance par le juge Paget.

Ladite Commission décide qu'il y a des sections, dans chacun des circuits proposés qui, dans son esprit, sont telles que des lignes aériennes peuvent y être établies avec tout autant de sécurité que si elles étaient en pleine campagne et, prenant le coût comparatif en considération, ne peut s'accorder avec le *Board* sur la question de rendre obligatoire la pose souterraine des fils dans tout le district.

D'autre part, la Commission ne pense pas que la pose des lignes aériennes puisse avoir lieu, excepté dans des conditions de sécurité absolue; et, tout en confirmant le jugement de première instance, décide que la distance entre deux poteaux supportant un fil tendu au-dessus ou en travers d'une rue ou voie publique ne devra pas excéder cent yards $91^{m},60$.

J. A. Berly.

Digitized by Google

RÉCENTS PROGRÈS
DANS LES MACHINES DYNAMO-ÉLECTRIQUES

PAR LE PROFESSEUR SILVANUS P. THOMPSON
DE L'UNIVERSITÉ DE BRISTOL[1]

Sous ce titre, le professeur Silvanus P. Thompson, dont un travail d'ensemble, très justement apprécié, sur les machines dynamo-électriques, vient d'être publié, a fait récemment en Angleterre une nouvelle conférence qui, tout en n'étant, comme il le dit lui-même, qu'un supplément à ses lectures antérieures, peut faire, au moins en partie, l'objet d'une étude séparée.

Nous ne nous arrêterons pas avec l'auteur aux améliorations réalisées en 1883 dans la construction de certaines machines peu connues en France et plus ou moins imparfaites; nous signalerons toutefois la réduction considérable apportée par Edison dans les noyaux démesurément exagérés de ses électro-aimants, réduction qui rapproche de plus en plus sa machine de la machine Siemens dont elle est une copie. Nous nous contenterons de constater que les deux types fondamentaux, Siemens et Gramme, à l'encontre d'un grand nombre de machines postérieures, semblent avoir, dès leur apparition, laissé peu de place à des perfectionnements ultérieurs, et nous ne parlerons de la maison Siemens que pour noter, comme un des progrès les plus importants accomplis l'an dernier en électricité, l'apparition de ses machines *compound* effectuant à un haut degré de perfection la distribution automatique avec consommation de force proportionnelle au travail accompli. Nous croyons plus intéressant de suivre l'éminent professeur dans les études théoriques et expérimentales qui ont présidé aux améliorations dont ont bénéficié certaines machines; elles éclairent d'un jour nouveau quelques points de sa précédente publication.

Il y a, dit l'auteur, trois théories distinctes de la machine dynamo : 1° une théorie physique ayant pour point de départ les lignes de force magnétique et les lignes de courant, abstraction faite du pourquoi ni du comment; 2° une théorie algébrique, basée sur les lois mathématiques de l'induction électrique et de la mécanique rationnelle; et

[1] *Journal of the Society of Arts*, mars 1884.

Digitized by Google

3° une théorie graphique fondée sur la possibilité de représenter l'action d'une dynamo par une courbe dite « caractéristique », primitivement conçue par les docteurs Hopkinson et Frölich et ultérieurement développée par MM. Deprez et autres.

Cette méthode graphique, sans avoir pris une bien nouvelle extension dans ces derniers temps, s'est fait apprécier par le précieux concours qu'elle a apporté à la construction pratique des machines dynamos. Son application à la détermination des enroulements des machines *compound* et à la solution encore plus récente de certains problèmes relatifs au transport de l'énergie suffit à en démontrer l'importance.

La théorie algébrique a fait l'année dernière de notables progrès; la marge était grande d'ailleurs. M. Joubert a publié dans le *Journal de physique*, numéro de juillet 1883, un long article mathématique qui a pour objet la déduction des équations de la machine dynamo, en tenant compte, non seulement de l'influence de la *self-induction* dans le circuit, mais encore d'un certain nombre de termes du second ordre communément négligés dans les premières approximations. Il s'agit de savoir s'il n'a pas encore été omis quelques termes aussi importants que ceux conservés dans la formule compliquée déduite par lui. En tout cas, cette discussion sort du cadre de ce travail. Plus récemment encore, le professeur Clausius a publié dans les *Annales de Wiedemann*, en novembre dernier, l'exposition d'une théorie mathématique des machines dynamo-électriques beaucoup plus compréhensible et beaucoup plus exacte, suivant notre auteur, qu'aucune de celles émises jusqu'à ce jour. Laissant de côté les difficultés mathématiques que présentent les complications de mutuelle induction entre les divers organes des machines et de *self-induction* dans ces mêmes organes, et partant de l'insuffisance de toutes nos formules pour établir un lien entre le magnétisme d'un électro-aimant et l'intensité du courant qui l'excite, le professeur Clausius a réussi non seulement à mettre les équations sous une forme beaucoup plus satisfaisante au point de vue de l'exactitude, mais à les établir d'une manière qui se recommande tout particulièrement aux ingénieurs. La simplicité relative à laquelle est arrivé M. Clausius tient en réalité à la prodigalité avec laquelle il a introduit une série de constantes arbitraires dont les valeurs doivent être déterminées par l'expérience pour chaque machine ou type de machine. Le nombre des nouveaux symboles ainsi introduits est considérable et il serait souhaitable que l'on pût attribuer des noms spéciaux aux diverses constantes faisant l'objet de ces déterminations individuelles. De son côté M. Lodge continue dans *The Electrician* la publication d'une série d'articles sur la théorie des machines

Digitized by Google

dynamo-électriques. On ne peut donc dire encore que la théorie mathématique de la dynamo soit près d'être achevée. Le professeur Clausius promet un nouveau travail sur la matière ; il est intéressant de savoir s'il y traitera quelques-uns des points pour lesquels la méthode graphique a apporté un si précieux concours à la pratique, tels que la détermination des quantités de fil à mettre dans les bobines des machines *compound* ou « auto-régulatrices, » et l'indication de la meilleure forme à donner aux électro-aimants et aux pièces polaires.

Quant à la théorie physique de la dynamo, nous avons beaucoup à ajouter. La connaissance des actions inductives qui s'exercent entre les électro-aimants et les armatures ou induits des dynamos s'est considérablement accrue l'année dernière à la suite des recherches de MM. Isenbeck, Cunnyngham, Pfaundler, Frölich et autres savants. Il y a beaucoup à dire de ce chef, et les propres observations de M. le professeur Silvanus P. Thompson présentent un certain nombre de résultats nouveaux.

L'auteur prend pour point de départ un des aperçus les plus intéressants de son précédent travail, à savoir la distribution du potentiel autour du collecteur ou du commutateur d'une dynamo. M. W. M. Mordey, qui le premier avait appelé son attention sur le fait de cette distribution irrégulière dans des machines mal étudiées, a imaginé le moyen suivant pour l'observer. L'une des bornes d'un volt-mètre est reliée à l'un des balais de la machine, tandis que l'autre est fixée par un fil à un petit balai ou ressort métallique qui peut presser contre le collecteur en mouvement en un point quelconque de sa périphérie. L'auteur avait fait valoir l'avantage qu'il y avait à grouper ces indications autour d'un cercle correspondant à la

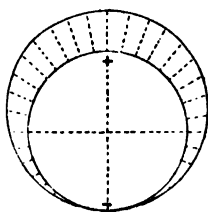


Fig. 1. — Diagramme du potentiel autour du collecteur d'une machine dynamo.

circonférence du collecteur. Les figures 1 et 2 montrent comment, dans une bonne machine Siemens ou Gramme, le potentiel s'élève graduellement depuis son minimum jusqu'à son maximum. Les valeurs portées radialement autour du cercle dans la figure 1 sont représentées en ordonnées verticales par rapport à une droite dansl a

Digitized by Google

figure 2. Suivant la remarque antérieurement faite par l'auteur, si le champ magnétique dans lequel se meut l'armature était uniforme, cette courbe serait une véritable sinusoïde, et la plus ou moins grande inclinaison de la courbe en différents points permettrait de juger de l'activité ou de l'inactivité relative des bobines élémentaires dans les

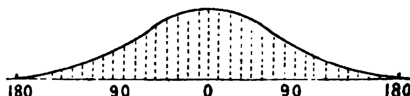


Fig. 2. — Diagramme des potentiels autour du collecteur d'une machine dynamo.

diverses parties du champ. Vers la même époque, l'auteur avait poussé un peu plus loin cette méthode d'observation en employant pour le même objet deux petites brosses métalliques, présentant entre elles un écart égal à l'intervalle qui séparait le milieu de deux lames consécutives au collecteur de sa petite dynamo Siemens. Il obtenait ainsi au volt-mètre, pendant la rotation du collecteur, une indication mesurant exactement l'action inductrice dans la section de l'induit

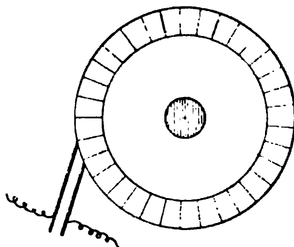


Fig. 3. — Méthode d'exploration au collecteur d'une dynamo.

qui occupait dans le champ la position spéciale correspondant à celle des contacts.

Dans le cas de la petite dynamo Siemens expérimentée le résultat a été remarquablement satisfaisant, car la différence de potentiel indiquée était presque *nulle* pour les sections voisines des balais réels de la machine, et présentait son maximum vers la moitié de la distance qui les séparait. En réalité, les différences de potentiels s'élevaient d'une façon très accentuée à 90° des brosses ordinaires, c'est-à-dire précisément dans la région où l'inclinaison de la courbe de potentiel total était la plus forte. Les observations de M. Mordey sur la distribution du potentiel et le mode de représentation employé par le professeur Silvanus Thompson eurent pour résultat immédiat

Digitized by Google

de suggérer à ce dernier l'idée que, dans une dynamo où cette distribution était défectueuse et où les courbes de potentiel total présentaient des anomalies, la faute provenait d'irrégularités dans l'induction en différents points du champ magnétique; il fallait dès lors en chercher le remède dans un changement de distribution des lignes de force du champ par une modification de forme des pièces polaires. Suivant ce conseil, M. Mordey est arrivé à un plein succès. Il a complètement remédié au vice de la machine Schuckert qui donnait beaucoup d'étincelles, et à laquelle s'appliquait le diagramme présenté comme type défectueux dans la précédente publication.

L'auteur a employé ensuite un autre procédé dans ses expériences sur sa machine Siemens. Il a démonté cette machine et excité séparément ses électro-aimants. Deux lames consécutives du collecteur ont été alors reliées à un galvanomètre à miroir muni d'une aiguille relativement pesante et à oscillations lentes. Une petite manivelle adaptée au collecteur permettait de tourner l'induit à la main en lui faisant parcourir successivement des angles de 10°, le collecteur étant divisé en trente-six sections. Les déviations ainsi obtenues mesuraient naturellement l'action inductrice pour chaque position. Les résultats fournis par ce nouveau mode d'opérer ont pleinement confirmé ceux donnés par la méthode précédente et justifié les qualités tout exceptionnelles, presque idéales, de la machine Siemens.

Ces expériences faites au laboratoire de l'Université de Bristol n'ont pas encore été publiées; elles méritent d'être mentionnées en raison de leur étroite relation avec la théorie physique de la dynamo développée antérieurement, aussi bien qu'en raison de leur application pratique à toutes les dynamos présentant des défauts analogues. Elles sont d'ailleurs en connexion intime avec les recherches du docteur Isenbeck dont nous allons nous occuper.

Le docteur Isenbeck a décrit dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift* d'août dernier un petit appareil très remarquable destiné à la détermination de l'induction dans les bobines élémentaires d'un anneau Gramme, et à la recherche de l'influence exercée par des pièces polaires de différentes formes sur ces actions.

L'appareil du docteur Isenbeck (fig. 4) se compose d'un bâti en bois, de forme circulaire, placé entre les pôles de deux petits barreaux aimantés en acier de 25 centimètres de long, disposés dans le prolongement l'un de l'autre, leurs pôles opposés en regard et à 25 centimètres de distance. Sur le bâti, mobile autour de son centre, est fixé un anneau de bois ou de fer sur lequel peut se mouvoir une

Digitized by Google

petite bobine de fil fin. Cette bobine correspond à l'une des sections élémentaires de l'anneau Pacinotti ou Gramme, dont le cercle de bois ou de fer constitue le noyau. La bobine en question peut être fixée dans une position quelconque sur l'anneau, les extrémités du fil qui la recouvre communiquant avec un galvanomètre. Un déplacement de la bobine, isochrone avec une oscillation de l'aiguille du galvanomètre, détermine un mouvement de cette dernière sous l'influence des courants induits, et la déviation qui en résulte donne une mesure relative de l'induction qui prend naissance dans la portion spéciale du champ où est située la bobine. Les oscillations ou vibrations du bâti sont limitées par deux petits arrêts qui ne leur permettent pas de dépasser un angle de 7° 5'. Des pièces polaires en fer doux, recourbées

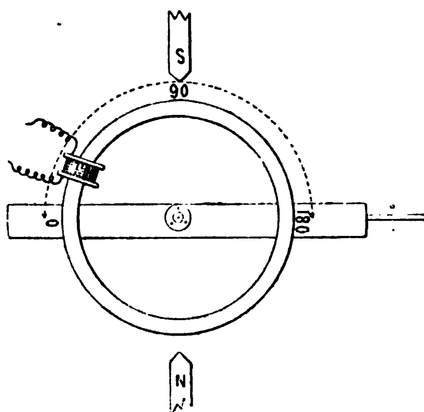


Fig. 4. — Appareil d'Isenbeck.

en arcs de 160 degrés environ de manière à embrasser l'anneau des deux côtés sans se toucher, peuvent s'adapter sur les pôles des aimants. On peut également disposer à l'intérieur de l'anneau soit un disque de fer, pour certaines expériences, soit, pour d'autres, un aimant dont les pôles renforcent ou affaiblissent à volonté, suivant les cas, l'action des pôles extérieurs. Le docteur Isenbeck est arrivé à l'aide de cet appareil à des résultats des plus intéressants. Avec un anneau de bois et des aimants dépourvus d'expansions polaires, il a observé une inversion très remarquable de l'action inductive à 25° environ de la position la plus voisine des pôles.

La figure 4 donne un schéma des parties essentielles de l'instrument en question et représente la petite bobine montée sur l'anneau de bois et susceptible de recevoir le mouvement vibratile à droite et à gauche, limité par les deux arrêts. Quand on fait osciller

Digitized by Google

le système à 0° c'est-à-dire dans la position diamétrale perpendiculaire à la ligne des pôles, il ne se produit pas d'induction dans la bobine; mais si l'on déplace celle-ci successivement le long de l'anneau en allant vers les pôles, et si l'on fait osciller le système pour chacune de ses positions consécutives, on voit l'induction augmenter tout d'abord, puis cesser et reprendre ensuite d'une façon très accentuée en approchant du pôle où la proportion dans laquelle la bobine coupe les lignes de force passe par un maximum. Cette induction puissante dans le voisinage des pôles est néanmoins limitée à une étroite région qui ne dépasse pas 12° de chaque côté du pôle. Au delà de ces points on constate les fausses inductions donnant naissance dans la bobine, au moment où elle traverse les régions extérieures à ces 12°, à des forces électromotrices inverses de celles produites dans les régions voisines des pôles.

Le docteur Isenbeck a constaté un accroissement de ces inductions inverses quand un disque de fer ou un aimant à pôles opposés est inséré à l'intérieur de l'anneau; un aimant renforçant la polarité de l'aimant extérieur améliore au contraire l'induction efficace. Ces actions inverses se manifestant dans toutes les spires élémentaires d'un anneau Gramme, à l'exception de celles comprises dans les 12° à droite ou à gauche de la ligne centrale des pôles, seraient naturellement absolument nuisibles au bon fonctionnement de la machine, et la distribution du potentiel autour du collecteur ne serait rien moins que régulière. La figure 5 représente d'après le docteur Isenbeck la courbe d'induction pour les quatre quadrants consécutifs. De 0° à 90° la bobine d'exploration est supposée osciller dans des positions successives en allant du point où, dans la dynamo réelle, serait le balai négatif jusqu'à un point opposé au pôle S de l'électro-aimant inducteur. De 90° à 180° elle passe, dans son mouvement circulaire, au balai positif; de 180° à 270° à un point opposé au pôle N; et de 270° à 360° elle est censée retourner au balai négatif. Or, la hauteur de cette courbe en un point quelconque donnant, pour une section type, la mesure de l'induction produite en elle pendant son mouvement dans la portion correspondante du champ magnétique, et toutes les sections, dans l'anneau réel de Pacinotti ou de Gramme, étant reliées l'une à l'autre sur tout le pourtour de l'anneau, il en résulte que le potentiel réel en un point quelconque dans la série des sections s'obtiendra par la sommation de la force électromotrice totale induite en ce point. En d'autres termes, il faut intégrer la courbe pour obtenir la courbe corrélative de potentiels correspondant à l'état de choses réel autour du collecteur de la machine. La figure 6 donne la courbe ainsi intégrée d'après la

Digitized by Google

figure 5 à l'aide de l'ingénieux intégrateur de M. C. Vernon Boys. La hauteur de l'ordonnée en un point quelconque de cette seconde courbe est proportionnelle à la surface totale limitée par la première courbe jusqu'au point correspondant. Ainsi la hauteur à 90° dans la seconde courbe est proportionnelle à la surface totale comprise dans la première courbe jusqu'au point marqué 90°. Bien que l'induction

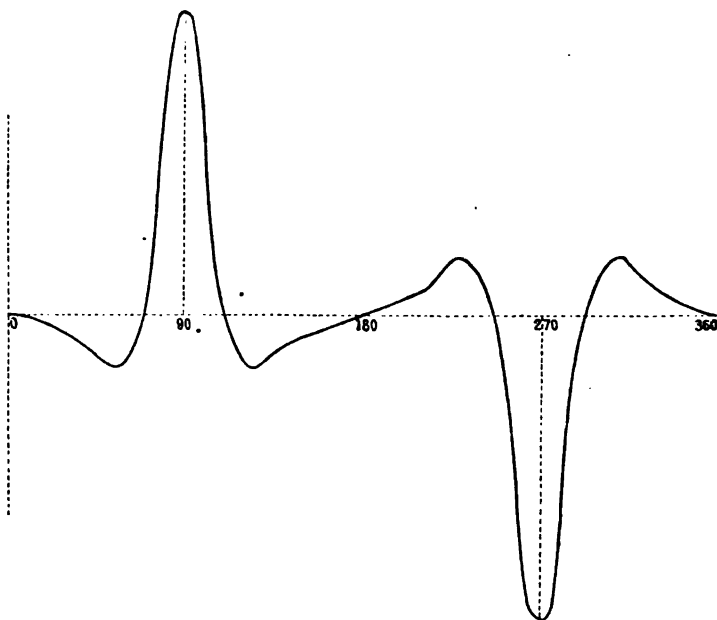


Fig. 5.

(première courbe, fig. 5) aille en s'abaissant à partir de 90° et tombe à zéro vers 102°, la somme des potentiels (seconde courbe,

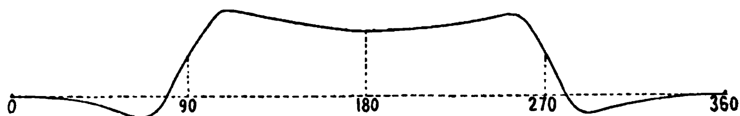


Fig. 6.

fig. 6) continue à croître comme on le voit jusqu'à 102° où elle passe par un maximum; elle s'infléchit ensuite, en raison de la fausse induction de sens contraire qui se manifeste à partir de ce point, jusqu'à 180° comme l'indique la première courbe. Si une dynamo quelconque présentait réellement cette courbe de potentiel,

Digitized by Google

on peut être sûr qu'on obtiendrait une force électromotrice supérieure en ramenant le balai de 108° à 102° ou 258° où le potentiel est plus élevé. Une dynamo pour laquelle la courbe des potentiels au commutateur offrirait des irrégularités analogues à celles de la figure 6 serait une machine à très mauvais rendement et donnerait probablement beaucoup d'étincelles au collecteur. Il est évident que l'induction dans une portion des spires élémentaires est de sens contraire à celle produite dans quelques-unes des spires adjacentes.

(*A suivre.*) E. Boistel.

GALVANOMÈTRE A MERCURE
DE M. G. LIPPMANN

Un manomètre à mercure est placé entre les branches d'un aimant fixe, de telle manière que les deux pôles de l'aimant se trouvent à droite et à gauche de la branche horizontale du manomètre.

Le courant électrique que l'on veut mesurer est amené au mercure de cette branche horizontale, et il le traverse verticalement, c'est-à-dire perpendiculairement à l'axe du tube. Il se produit dès lors une différence de niveau entre les deux branches du manomètre, différence proportionnelle à l'intensité du courant électrique. Dans l'instrument que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, cette différence de niveau est égale à 62 millimètres pour un ampère.

Le système formé par un manomètre à mercure placé sous l'influence d'un aimant constitue donc un galvanomètre d'une construction très simple, et dont les indications sont exactement proportionnelles à l'intensité du courant électrique. La théorie de son fonctionnement est la suivante : la portion de la colonne de mercure parcourue par le courant électrique représente un élément de courant mobile. Cet élément de courant tend à repousser l'aimant placé dans son voisinage, dans une direction déterminée par la règle d'Ampère. Comme l'aimant ici est immobile et que l'élément de courant est mobile, c'est l'élément qui se déplace ; la réaction qu'il subit produit une poussée hydrostatique qui se traduit par la dénivellation du mercure. Le mercure s'arrête dès que la pression hydrostatique fait équilibre à la poussée électromagnétique.

Soient i l'intensité du courant électrique et p la pression hydrostatique mesurée par la dénivellation du mercure. On peut calculer p en fonction de i. A cet effet, supposons, ce qui est le cas en réalité, que

Digitized by Google

l'élément de courant ait la forme d'un petit parallélipipède rectangulaire, dont la longueur, comptée dans le sens du courant électrique, soit l. La force électromagnétique qui tend à déplacer l'élément de courant est égale à

$$Hli,$$

H étant l'intensité du champ magnétique : telle est l'expression de la force. Pour avoir la valeur de la pression hydrostatique p, il faut diviser l'expression de la force par l'aire de la surface sur laquelle elle s'exerce. Cette surface est celle d'un côté du parallélipipède ; elle a pour dimensions la longueur l et l'épaisseur ε du parallélipipède comptée dans la direction des lignes de forces magnétiques ; l'aire de cette surface est donc $l\varepsilon$. En effectuant le quotient, on obtient

$$p = \frac{Hl}{\varepsilon}$$

La sensibilité de l'instrument va donc en augmentant avec l'intensité magnétique et avec la minceur de la colonne de mercure.

En conséquence, on a armé les pôles de l'aimant de deux masses de fer doux qui arrivent presque en contact l'une de l'autre, et qui ne laissent entre elles qu'une sorte de fente où l'intensité magnétique est considérable et uniforme. Dans cet intervalle se trouve une petite chambre à mercure rectangulaire, qui fait partie de la branche horizontale du manomètre, et qui est parcourue verticalement par le courant électrique. L'épaisseur ε de la lamelle de mercure parcourue par le courant n'est que de $\frac{1}{10}$ de millimètre.

La forme et les dimensions de cette lamelle sont telles que la poussée électromagnétique soit la même en tous ses points, et qu'il se produise par conséquent un état d'*équilibre* du mercure, sans tourbillons intérieurs.

L'appareil est réversible : c'est-à-dire que, si l'on met le mercure en mouvement par une force mécanique, il naît un courant électrique dans le circuit qui réunit les pôles de l'appareil, qui constitue alors un électromoteur.

Dans sa séance de la Société française de physique du 6 juin, M. Lippmann a indiqué des dispositions qui transforment son galvanomètre en *électro-dynamomètre* et en *compteur d'électricité*.

D'autre part, M. *J. Carpentier* a, dans la séance du 2 juin de l'Académie des sciences, présenté une Note que nous reproduisons ci-des-

Digitized by Google

sous et dans laquelle il rend compte d'un appareil analogue qu'il avait expérimenté en 1881 et auquel il n'a malheureusement pas donné suite.

Sur un essai de galvanomètre à mercure. — Note de M. J. Carpentier.

Dès janvier 1881, j'ai réalisé et expérimenté devant témoins un appareil semblable à celui que M. Lippmann a présenté à l'Académie dans la séance du 19 mai 1884 et auquel j'avais donné le nom de *galvanomètre hydrostatique*.

La construction des premiers galvanomètres Deprez et d'Arsonval rendait frappante l'intensité des actions que subissent les conducteurs traversés par des courants, quand ils sont placés dans un champ magnétique condensé. Ayant eu l'idée d'employer un conducteur liquide, je pris un de ces tubes aplatis en verre dans lesquels on renferme d'ordinaire les poudres phosphorescentes; et, après en avoir coupé une longueur de quelques centimètres, je fis souder aux deux bords deux tubes capillaires dans le prolongement l'un de l'autre et recourbés parallèlement aux génératrices du tube aplati. J'introduisis et mastiquai, dans les deux extrémités de celui-ci, deux lames de platine, laissant entre elles un petit intervalle. A l'intérieur de ce tube manométrique, je versai du mercure. Je plaçai le tube aplati verticalement entre les pôles rapprochés d'un aimant, et je mis les deux lames de platine en rapport avec les pôles d'une pile. Sous l'influence du courant vertical qui prenait naissance, il se manifestait une ascension du mercure dans l'une des branches, une dépression dans l'autre. En raison de l'écart des pôles de l'aimant, le déplacement ne fut que de 5 ou 6 millimètres.

Le principe de l'appareil se trouvait établi, mais je ne cherchai point à répandre ce modèle, estimant que l'emploi du mercure devait être un obstacle à son adoption.

Pour augmenter la sensibilité, au lieu de rapprocher exagérément les pôles de l'aimant et de réduire ainsi la section d'un conducteur que je comptais faire traverser par d'assez forts courants, je songeai à souffler une boule sur chacune des branches du manomètre (à la même hauteur), à ne mettre de mercure dans l'appareil que jusqu'au niveau des centres de ces boules, et à compléter les remplissages des tubes, ou de l'un d'eux seulement, avec un liquide de faible densité, tel que de l'alcool coloré; à de petites dénivellations du mercure devaient correspondre alors de grandes excursions de l'extrémité de la colonne d'alcool : on avait ainsi un moyen d'amplifier l'échelle des

Digitized by Google

observations. D'autres moyens analogues permettraient d'atteindre le même but.

J'aurais pu communiquer à l'Académie des sciences les résultats de mes expériences ; quand je les fis, je me contentai de les montrer à mon entourage. Mon intention n'est pas toutefois de vouloir ici diminuer le mérite de M. Lippmann, dont j'apprécie hautement et l'intelligence et le caractère, j'ai voulu seulement faire connaître des expériences que j'avais faites et les idées qui m'avaient dirigé.

GALVANOMÈTRE OPTIQUE

PAR M. H. BECQUEREL

NOUVELLE MÉTHODE POUR MESURER L'INTENSITÉ D'UN COURANT ÉLECTRIQUE EN UNITÉS ABSOLUES

Pour mesurer l'intensité absolue d'un courant électrique, on emploie généralement, soit la boussole des tangentes, soit l'électrolyse d'un sel d'argent. L'usage de la boussole des tangentes exige la mesure très difficile des dimensions exactes de l'appareil ; il a le grave inconvénient de rapporter l'intensité cherchée à celle du champ magnétique terrestre, qui n'est jamais bien connue à plus de $\frac{1}{200}$ près, et qui est variable non seulement d'un point à un autre, mais encore d'un instant à l'autre en un même lieu. Aussi préfère-t-on souvent avoir recours à l'électrolyse d'un sel d'argent; l'opération est très délicate à faire avec précision, et le poids d'argent recueilli indique seulement la quantité totale d'électricité qui a traversé le voltamètre. Pour en déduire l'intensité, il faut supposer que le courant a été rigoureusement constant pendant la durée de l'expérience.

Depuis plusieurs années, j'ai été conduit à mesurer l'intensité absolue d'un champ magnétique ou électromagnétique par l'observation de la rotation du plan de polarisation de la lumière traversant un corps placé dans ce champ[1]. Cette méthode s'applique très facilement à la mesure absolue d'un courant électrique, en se fondant sur le théorème suivant :

Considérons un courant circulaire d'intensité i, et une droite indéfinie passant par son centre et perpendiculaire à son plan. On démontre

[1] *Compt. rend.*, t. LXXXVI, p. 1095, 1878 et *Annal. de chimie et de physique* 5e série, t. XXVII, 1882.

Digitized by Google

très simplement que la somme des projections sur cette droite de toutes les actions électromagnétiques exercées sur tous ses points, de $-\infty$ à $+\infty$, est indépendante du rayon du cercle et égale à $4\pi i$. Si, au lieu d'un seul courant, on a une bobine comprenant N tours de fil, et parcourue par un courant d'intensité i, la somme des actions exercées sur tous les points de l'axe, parallèlement à cet axe, sera $4\pi Ni$ et ne dépendra que du nombre absolu des tours de la bobine et de l'intensité du courant.

Cela posé, disposons suivant l'axe de la bobine un tube que nous supposerons d'abord indéfini et plein de sulfure de carbone à 0 degré centigrade. Supposons, en outre, qu'un rayon de lumière polarisée rectilignement traverse ce tube : l'action du courant donnera lieu à une rotation du plan de polarisation, et si l'on désigne par α la rotation qui correspond, pour les rayons lumineux considérés, à 1 centimètre de sulfure de carbone placé dans un champ magnétique égal à l'unité (C. G. S.), la rotation totale au travers du tube sera

$$4\pi Ni\alpha.$$

Pratiquement, on limite le tube par des glaces parallèles, à une petite distance de la bobine. On néglige alors une portion de l'action du courant, qui, pour chaque spire, est représentée par $1 - \cos\omega$, ω étant l'angle sous lequel on voit, de l'extrémité du tube, le rayon de cette spire. Si l'on calcule cette correction pour la dernière spire de la dernière rangée de fil de chaque bobine, cette valeur $1 - \cos\omega$ donnera une limite supérieure de la différence entre la rotation observée et celle qui correspondrait à une longueur infinie du tube. Si le diamètre de la bobine ne dépasse pas 5 centimètres, en limitant le tube à $1^m,50$ de part et d'autre de la bobine, la correction n'atteindrait pas 0,0001.

Généralement on n'a pas besoin d'une approximation aussi grande ; on voit donc que, pour réaliser l'expérience, il suffira d'un tube de $1^m,50$ à 2 mètres de long, fermé par des glaces parallèles et plein de sulfure de carbone. Au milieu du tube, on disposera une petite bobine sur les dimensions de laquelle nous allons revenir ; puis, aux deux extrémités du tube, on établira un polarimètre à pénombres et un analyseur monté sur un cercle divisé. On éclairera l'appareil avec les rayons jaunes d'une lampe à sodium, et, si l'on observe une rotation R, l'intensité du courant passant dans la bobine sera donnée par la relation

$$i = \frac{1}{4\pi N}\frac{R}{\alpha};$$

Digitized by Google

il suffit donc de connaître le nombre absolu de tours N du fil de la bobine et la constante α. La précision des résultats est subordonnée à celle de la détermination de cette constante.

J'ai été conduit, il y a plusieurs années, à mesurer ce nombre par l'action directe du magnétisme terrestre, et j'ai obtenu pour la rotation des rayons jaunes D, traversant 1 centimètre de sulfure de carbone à la température de 0 degré centigrade, dans un champ magnétique égal à l'unité C. G. S., le nombre $\alpha = 0',0463$. Les conditions expérimentales ne permettaient pas de répondre d'une approximation supérieure à $\frac{1}{100}$. Je m'occupe actuellement de déterminer ce nombre avec une exactitude plus grande par la méthode même qui fait l'objet de la présente Note.

Le nombre approché qui vient d'être cité permet d'évaluer l'approximation avec laquelle on peut mesurer l'intensité d'un courant électrique par cette méthode. En faisant usage d'une bobine comprenant 5000 tours, un courant de 1 ampère donnerait une rotation de 291' environ pour les rayons jaunes D. En renversant le sens du courant, on aurait 582'. Or, dans la mesure optique, on ne peut faire une erreur de 1', on évalue même facilement 0',5, de sorte qu'il est très facile d'obtenir une approximation de un millième d'ampère dans la mesure de l'intensité. On peut sans grandes difficultés de construction réaliser une approximation encore plus grande, en multipliant le nombre des tours de la bobine.

Nous avons supposé le sulfure de carbone à la température de 0 degré centigrade. Si la température est plus élevée, la rotation diminue. La formule de correction indiquée que M. Bichat est $r = r_0 (1 - 0,00104t - 0,000014t^2)$. On voit que cette correction est de $\frac{1}{1000}$ environ pour 1 degré, et, comme on peut facilement connaître la température du sulfure de carbone à moins de 1 degré près, il n'y aura pas d'erreur appréciable par le fait de la détermination des températures. Il importe de signaler, comme un des grands avantages de cette méthode, que le courant ne traverse pas le corps qui sert à faire la mesure, et qu'il n'apporte pas ainsi directement une perturbation de température inhérente au passage de l'électricité ; du reste, il est très facile de préserver le sulfure de carbone de l'échauffement de la bobine.

Si l'on ajoute enfin que les indications de l'appareil sont instantanées, on verra que cette méthode réunit les avantages des procédés employés jusqu'ici, sans en avoir les inconvénients, puisqu'elle donne des résultats indépendants du magnétisme terrestre, et qu'elle ne

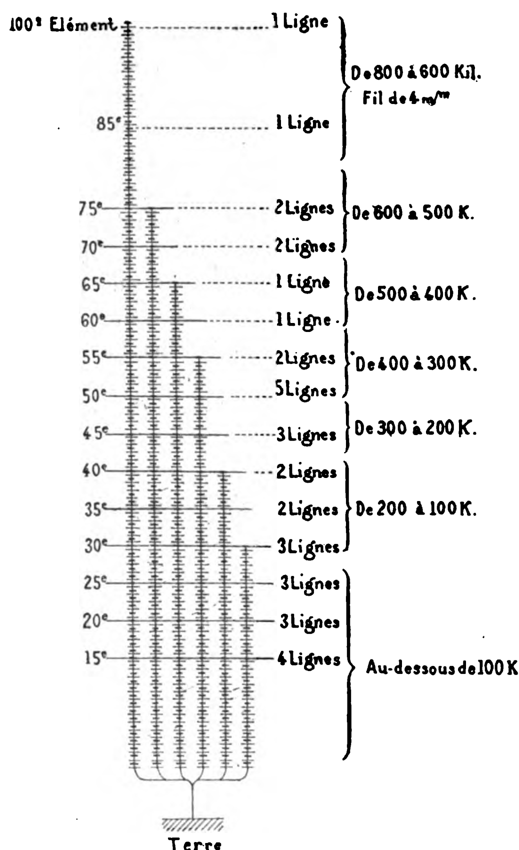
Digitized by Google

comporte aucune mesure des dimensions de l'appareil : il suffit de compter le nombre absolu de tours de la bobine dont on fait usage.

Cette méthode paraît la plus pratique et la plus exacte pour étalonner les ampèremètres magnéto-électriques, dont l'emploi est si généralement répandu dans les laboratoires et dans l'industrie.

LE BUREAU CENTRAL DES TÉLÉGRAPHES

Nous allons compléter aujourd'hui les renseignements que nous



avons donnés précédemment dans l'*Électricien* (voy. présent volume,

Digitized by Google

p. 412) sur le Bureau central des télégraphes de la rue de Grenelle, en signalant les principales dispositions pour la manœuvre des Hughe et les installations des piles.

Les Hughes sont actionnés par de petites turbines de M. Humblot, contrôleur des télégraphes. Ces turbines dépensent environ sept litres d'eau par minute; cette eau leur arrive avec une pression de trois atmosphères, ce qui représente théoriquement 3,5 kilogrammètres par seconde et par appareil.

Les appareils Hughes conservent leur poids à terre, prêt à être remonté en cas d'accident; on s'en sert la nuit, les machines s'arrêtent à minuit.

Les piles nécessaires aux 400 appareils en fonction sont installées dans les caves; il s'y trouve 9000 éléments Callaud grand modèle. Un grand nombre sont employés en groupes de forme triangulaire ayant à leur base 10 éléments, par exemple, et allant en diminuant jusqu'au sommet, où il n'y a plus qu'un seul élément de front. On échelonne les postes sur ces groupes de manière que la force électromotrice et la résistance extérieure pour chaque circuit attaché en un point quelconque, se trouvent dans un rapport constant. On réalise ainsi une économie d'un grand nombre d'éléments. On sait que si la résistance de la pile est nulle, l'intensité sera la même dans les circuits extérieurs, quel que soit leur nombre, pourvu qu'ils aient la même résistance; on ne sera limité que par le débit individuel de l'élément en ampères. En rechargeant les piles avec soin, on leur fera rendre leur maximum. Si l'on montait une pile spéciale pour chaque poste, on aurait un nombre d'éléments trois ou quatre fois plus grand; outre les frais de local et de matériel, on économise la quantité de zinc qui serait dissoute en pure perte dans les piles spéciales lorsqu'elles seraient inactives.

La figure 2 montre un groupe de 365 éléments à 6 de base; il dessert 35 lignes différentes.

Les essais de remplacement des piles par des machines dynamo-électriques deviennent nécessaires; on dit qu'ils ont réussi en Amérique; cela vaut la peine d'essayer.

La moyenne des transmissions effectuées du Bureau central des télégraphes est de 40 000 en vingt-quatre heures; 400 dames et 450 hommes y sont employés. B.

Digitized by Google

REVUE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES

Séance du 19 mai 1884

Adoption par la Conférence polaire internationale de Vienne des nouvelles unités magnétiques absolues (centimètre, gramme, seconde). — Extrait d'une lettre de M. Mascart à M. le président de la Commission du cap Horn.

Parmi les résolutions qu'a prises la Conférence polaire internationale réunie dernièrement à Vienne, il en est une qui me paraît présenter un intérêt général. Le programme rédigé d'abord pour les expéditions indiquait que les déterminations relatives au magnétisme terrestre devaient être faites avec les unités de Gauss (millimètre, masse du milligramme, seconde). Depuis cette époque, le Congrès international des électriciens, réuni à Paris en 1881, ayant adopté pour les mesures absolues en électricité et en magnétisme les unités C. G. S. (centimètre, masse du gramme, seconde), la Conférence de Vienne a été unanime à reconnaître qu'il y avait lieu de tenir compte de cette décision du Congrès de Paris, et elle a également recommandé l'emploi des unités C. G. S. pour la détermination des composantes du magnétisme terrestre.

Variations des propriétés physiques du bismuth placé dans un champ magnétique. — Note de M. Hurion.

Des expériences récentes de M. Leduc[1], qu'il est assez facile de répéter, montrent que, si l'on place une lame de bismuth dans un champ magnétique et normalement aux lignes de force, les surfaces équipotentielles d'un courant traversant la lame se trouvent déviées de leur direction primitive, d'où il suit que la constitution physique du métal se trouve altérée. Cette altération peut se traduire par d'autres effets, notamment par l'action sur la lumière polarisée.

Les recherches du docteur Kerr[2] ont appris qu'un miroir d'acier

[1] *Journ. de physique*, 2e série, t. III, p. 133.
[2] *Philosophical Magazine*, mai 1877.

Digitized by Google

placé entre les pôles d'un électro-aimant fait tourner d'un certain angle le plan de polarisation d'un rayon incident normal lorsqu'on anime l'électro-aimant : la rotation s'effectue en sens inverse de la direction du courant qui produit l'aimantation. Le bismuth jouit de propriétés semblables, ainsi qu'il résulte des expériences suivantes.

On se procure un miroir dont la surface réfléchissante est constituée par du bismuth, en coulant ce métal fondu sur une lame de verre, chauffée ainsi que le fait M. Righi[1] ; la lame de verre portant une mince couche de métal est placée entre les pôles d'un électro-aimant de Faraday. Les armatures de l'électro-aimant sont percées d'un trou central ; l'une d'elles est plate et l'autre conique, et la lumière arrive par le trou de cette dernière. Le rayon réfléchi normalement revient dans sa direction primitive et rencontre sous un angle de 45 degrés une glace non étamée qui laisse passer la lumière directe et rejette latéralement le rayon réfléchi. La lumière incidente traverse le système polarisant d'un saccharimètre Laurent et la lumière réfléchie est reçue dans l'analyseur du même appareil. L'électro-aimant peut être traversé tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, par le courant d'une machine Gramme type d'atelier.

On observe que le plan de polarisation du rayon réfléchi est dévié d'environ 30′ quand on renverse le sens du courant ; la rotation est de même sens que le courant qui produit l'aimantation. Il est clair que l'effet observé est dû en partie à l'action de la lame de verre.

Pour tenir compte de cette dernière action, on peut enlever le bismuth sur une petite portion de la lame de verre et, plaçant l'analyseur à l'autre bout de l'appareil, étudier le rayon transmis ; on trouve que le plan de polarisation de la lumière qui a traversé le verre tourne de 24′ quand on change le sens du courant ; la rotation a lieu, comme on sait, dans le sens du courant. Or, dans la première expérience, la lame de verre étant traversée deux fois par la lumière, aurait dû produire une rotation de 48′ ; l'observation a donné 30′ : on doit en conclure que le bismuth a fait tourner le plan de polarisation de 18′, en sens contraire du courant qui anime l'électro-aimant. On peut comparer ce résultat avec l'effet produit par un miroir d'acier placé dans les mêmes conditions : l'expérience indique une rotation de 22′ en sens contraire du courant de l'électro-aimant. Si l'on recouvre le miroir d'acier de la lame de verre qui portait le miroir de bismuth, on observe une rotation de 28′ dans le sens du courant, d'où l'on peut conclure qu'on aura l'effet propre de la lame de verre en ajoutant à cette rotation celle que produit directement l'acier, ce qui donne

[1] *Journ. de physique*, 2e série, t. III, p. 127.

Digitized by Google

pour l'effet de la lame 50′ au lieu de 48′, nombre trouvé plus haut; la vérification est donc satisfaisante. Des expériences, actuellement en cours d'exécution, m'ont montré que la résistance électrique du bismuth augmente quand il est placé dans un champ magnétique.

M. C. Decharme adresse un Mémoire portant pour titre: *Nouvelles expériences d'imitation, par voie hydrodynamique, des effets de polarité dans les anneaux électrochimiques.*

M. le vice-amiral Cloué informe l'Académie du prochain départ des bâtiments de la station de Terre-Neuve et appelle l'attention de l'Académie sur les services que les officiers de marine seraient en état de rendre à la science s'ils recevaient des instructions précises pour l'observation des phénomènes météorologiques et magnétiques. (Renvoi à la section de physique.)

La Commission chargée de dresser une liste de candidats, pour remplir la place d'académicien libre laissée vacante par le décès de M. *du Moncel*, présente la liste suivante:

En première ligne: M. Cailletet.
En deuxième ligne, et par ordre alphabétique: MM. Laussedat, E. Tisserand.
En troisième ligne: M. Trève.

Séance du 26 mai 1884.

Sur la conductibilité électrique des sels anhydres liquides et solides. Note de M. Foussereau, présentée par M. Jamin[1].

I. La recherche de la résistance électrique des sels fondus présente un certain intérêt, en raison de la constitution particulièrement simple de ces corps qu'aucun dissolvant étranger ne vient compliquer. Toutefois les hautes températures auxquelles il faut opérer et les perturbations que la polarisation des électrodes ne manque pas d'apporter quand on fait usage des méthodes galvanométriques, ont rendu jusqu'ici cette détermination incertaine. M. Lippmann a indiqué, pour la mesure des résistances des liquides, une méthode générale consistant à introduire dans le circuit d'un élément Daniell une colonne du liquide et une résistance métallique graduée. La différence de potentiel entre

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de recherches physiques de la Sorbonne.

Digitized by Google

des dérivations prises en deux points du liquide peut ensuite être équilibrée par celle qui se développe entre deux points du fil métallique.

Pour appliquer ce principe, j'ai fait usage d'un tube de cristal cylindrique de 8 millimètres de diamètre intérieur et de 12 centimètres de longueur, communiquant par des ouvertures très étroites avec quatre branches verticales de même diamètre, dans le liquide desquelles plongeaient autant de fils de platine. Les branches extrêmes servaient à faire passer le courant; les branches du milieu, distantes de 6 centimètres, constituaient les dérivations. Le tout était immergé dans un bain liquide formé de la substance même sur laquelle on expérimentait. Les dérivations, prises sur la résistance métallique, étaient d'abord mises en communication avec les armatures d'un condensateur qui prenaient la différence de potentiel correspondante, puis se maintenaient en équilibre électrique. A ce moment on intercalait sur une des deux branches ainsi constituées un électromètre Lippmann qui demeurait au zéro. Enfin, on substituait au moyen d'un commutateur les dérivations liquides aux dérivations métalliques. L'électromètre devait rester au zéro, le condensateur chargé restant en équilibre, si la nouvelle différence électrique était égale à la première.

J'ai pu opérer ainsi sur plusieurs sels dont les points de fusion sont placés assez bas pour que la conductibilité du verre puisse être regardée comme pratiquement infinie par rapport à celle de la substance fondue. Ces recherches m'ont fourni pour les résistances spécifiques les résultats extrêmes suivants :

Noms des sels.	Températures. degrés.	Résistances. ohms.
Azotate de potasse	329	1,66
	355	1,31
Azotate de soude	300	2,27
	356	1,50
Azotate d'ammoniaque	154	3,09
	188	2,09

Noms des sels.	Températures. degrés.	Résistances. ohms.
1 éq KO,AzO^5 + 1 éq NaO,AzO^5	219	2,40
	355	0,86
1 éq KO,AzO^5 + 1 éq NaO,AzO^5 + 2 éq AzH^4O,AzO^5	140	4,86
	180	3,45
Chlorate de potasse	359	4,19
Chlorure de zinc	258	4,47
	310	7,90

On voit que les sels fondus sont, en général, plus conducteurs que les dissolutions salines à froid.

Digitized by Google

II. M. Bouty, en étudiant les dissolutions salines très étendues, a récemment fait connaître que les conductibilités de ces dissolutions présentent des coefficients de variation avec la température, égaux à celui du frottement intérieur de l'eau, comme si le phénomène de la résistance électrique était dû au frottement de l'eau entraînée contre le reste du liquide. Je me suis proposé d'examiner si une relation analogue existe entre les résistances des sels fondus et leurs frottements intérieurs. A cet effet, j'ai mesuré les coefficients de frottement intérieur des sels précédents à diverses températures, en les faisant écouler par aspiration ou par compression à travers des tubes effilés et en observant le temps nécessaire pour faire écouler un volume déterminé de sel. Des expériences comparatives étaient faites sur l'eau avec le même appareil, et je déterminais ainsi le rapport du frottement du sel à celui de l'eau à 15 degrés.

En comparant les résultats, j'ai constaté en effet que le rapport du coefficient de frottement à la résistance reste sensiblement constant pour chaque sel. Les expériences les plus étendues ont été faites sur le mélange à équivalents égaux des azotates de potasse et de soude qui fond à 219 degrés. Le tableau suivant donne les résultats de cette comparaison.

Températures.	Résistances r.	Frottement f.	Rapport $\frac{f}{r}$.
degrés.	ohms.		
230	2,16	4,041	1,871
261	1,69	3,344	1,979
283	1,41	2,835	2,025
306	1,25	2,335	1,868
332	1,08	1,881	1,826
355	0,86	1,642	1,905

III. J'ai mesuré les résistances des sels à l'état solide par la méthode des électrodes cylindriques concentriques, qui m'avait déjà servi pour le soufre.

J'ai reconnu ainsi qu'au voisinage du point de fusion la résistance des sels solides est, en général, plusieurs milliers de fois plus grande que celle des mêmes sels liquides. Elle augmente quand la température s'abaisse, avec une rapidité comparable à celle qu'on observe pour la résistance du verre.

Les valeurs absolues des résistances du chlorate de potasse sont du même ordre de grandeur que celles des verres très résistants, à base de plomb.

Les azotates sont beaucoup moins résistants. Ils sont comparables aux verres à base de chaux et diffèrent, du reste, notablement les uns des autres. La résistance de l'azotate de potasse est de 4 à 15 fois plus faible que celle de l'azotate de soude aux mêmes températures.

Digitized by Google

De plus, l'azotate de potasse, refroidi entre 118 et 106 degrés environ, prend presque subitement une résistance 12 fois plus grande. Ce sel paraît éprouver, à cette température, une modification moléculaire qu'on ne retrouve pas dans les autres azotates.

Les résistances de l'azotate d'ammoniaque sont de l'ordre des millionièmes des précédentes.

Quand on mélange deux sels en proportions définies, on obtient un solide beaucoup moins résistant que les sels séparés. Ainsi, le mélange des azotates de potasse et de soude, à équivalents égaux, résiste 300 fois moins que le premier de ces deux sels et 4000 fois moins que le second.

Enfin, le chlorure de zinc subit, en se solidifiant, un changement de résistance beaucoup moins grand que les sels précédents. Ses résistances sont de l'ordre des millièmes, par rapport à celles de l'azotate de potasse.

Nomination. — L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un membre libre, en remplacement de feu M. du Moncel.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 65,

M. Cailletet obtient : 36 suffrages ; — *M. Laussedat* obtient : 15 suffrages ; — *M. Tisserand* obtient : 12 suffrages ; — *M. Trève* obtient : 2 suffrages.

M. Cailletet, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 26 mai 1884.

M. Le Président annonce la mort de M. Bontemps, Inspecteur-Ingénieur des télégraphes, Membre de la Société.

M. Bouty demande à profiter d'une erreur typographique que renferme le procès-verbal de la dernière séance, et où on lui fait dire que la loi d'équivalence qu'il a énoncée se vérifie *pour trois sels neutres*, au lieu de *pour tous les sels neutres*, pour ajouter qu'il a reconnu depuis que la loi s'étend à tous les sels organiques qu'il a eu occasion d'essayer.

Digitized by Google

M. Le Secrétaire général signale dans la correspondance :

Une note de *M. Rousseau*, professeur à l'École militaire et à l'Académie de Bruxelles, sur la *formule photométrique des foyers électriques*, et sur un appareil très simple permettant d'obtenir les intensités relatives d'une même source suivant deux directions différentes quelconques.

M. le Secrétaire général dépose sur le Bureau, de la part de *M. Werner Siemens*, un exemplaire de la réimpression de ses Mémoires et Travaux scientifiques.

Le Docteur Boudet de Paris présente à la Société deux postes téléphoniques disposés pour communiquer sur des lignes condensantes, telles que les câbles sous-marins ou souterrains. M. Boudet rappelle les principales expériences qu'il a entreprises pour touver le moyen de lutter contre les phénomènes de condensation. Le meilleur résultat a été donné par l'emploi de condensateurs comme organes de transformation des courants rendus ondulatoires par le jeu du microphone. La bobine d'induction peut être annexée aux condensateurs, mais seulement comme moyen de renforcement, et son action est secondaire.

Cette nouvelle méthode est fondée, comme celle des communications télégraphiques par câbles sous-marins, sur l'influence de la ligne par de faibles charges d'ordre statique; seulement, comme ici il fallait opérer non plus avec des charges entières, mais avec des variations quantitatives de charge, il était nécessaire d'avoir recours à la dérivation.

M. Boudet a eu l'idée de prendre cette dérivation à l'intérieur même du condensateur, en ajoutant une troisième série de feuilles d'étain aux deux séries qui constituent les armatures des condensateurs ordinaires. C'est cette troisième armature qu'il met en rapport avec la ligne et qui se trouve influencée par toutes les variations de charge que le jeu du microphone fait éprouver aux deux autres armatures. Avec cette disposition, l'auteur a pu transmettre facilement la parole sur des lignes artificielles très condensantes, construites d'après la méthode de Varley; dans les mêmes conditions, les transmetteurs ordinaires à bobines d'induction ne donnaient plus rien.

Les deux postes qui fonctionnent devant la Société transmettent très fortement la parole sur une ligne artificielle ayant à peu près la même capacité que le câble de Calais à Douvres. La pile qui actionne le microphone est composée seulement de deux petits éléments à oxyde de cuivre de MM. de Lalande et Chaperon.

Digitized by Google

M. Mascart rend compte à la Société des travaux qu'il a exécutés en collaboration de MM. de Nerville et R. Benoît, en vue de déterminer les dimensions de la colonne de mercure à zéro qui représente l'ohm. (Voy. L'*Électricien* du 15 mai 1884, page 454.)

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

—

L'ordre du jour de la prochaine séance qui aura lieu le mercredi 2 juillet porte une communication de M. *Lippmann* sur ses appareils de mesure à mercure et une communication de M. de Mériten sur l'éclairage électrique des phares.

A l'occasion des vacances, la Société ne tiendra pas de séance pendant les mois d'août, septembre et octobre.

BIBLIOGRAPHIE

—

Piles électriques et accumulateurs. — Recherches techniques par *M. Émile Reynier*. — J. Michelet, Paris, 1884. — Prix : 5 fr.

Nous avons sous les yeux les bonnes feuilles de cet ouvrage, qui paraîtra en librairie le 15 juin, en même temps que notre numéro.

Ce livre est la réunion des *Recherches techniques* sur les piles primaires et secondaires, que l'auteur a récemment fait connaître dans diverses publications périodiques, notamment les *Comptes rendus* de l'Académie des sciences, les *Séances* de la Société française de physique, l'*Électricien*, la *Nature*, le *Génie civil*, etc.

Les lecteurs de l'Électricien ont pu suivre au jour le jour la plupart des travaux de notre collaborateur ; nous pouvons donc ici nous dispenser d'en faire ressortir la valeur et l'utilité.

Le mieux est de laisser la parole à l'auteur, en citant sa préface.

Après avoir passé en revue la première partie de son livre (*Piles primaires*), M. Reynier aborde la seconde partie, relative aux *Accumulateurs :*

« J'ai affecté, dit-il, de ne pas séparer l'étude des *Piles primaires* des *Recherches techniques* relatives aux *accumulateurs électriques*. Entre les uns et les autres il n'y a qu'une différence d'ordre pra-

Digitized by Google

tique. Il ne faut pas craindre de répéter cette proposition ancienne et connue, mais encore trop peu sentie : les *accumulateurs sont des piles*.

« Mais toutes les *piles* ne sont pas des *accumulateurs*. Ceux-ci sont des cas particuliers de celles-là.

« Considérés à ce point de vue, les *accumulateurs* perdent tout à coup le caractère spécial, un peu mystérieux, qui a retardé leurs progrès en les dérobant longtemps aux recherches des techniciens.

« En leur appliquant résolument les moyens d'investigation employés pour les autres *piles*, j'espère avoir apporté de la netteté à mes études sur *les Variations de la force électromotrice* dans les piles secondaires, sur *la Théorie chimique des Accumulateurs* et les *Conséquences pratiques* de cette théorie. Ces études sont précédées d'une revue des principaux *systèmes d'accumulateurs* anciens et nouveaux.

« On n'a pas négligé les applications. L'*Éclairage électrique par accumulateurs* est étudié sur l'installation du théâtre des Variétés; cet éclairage a disparu, mais nous ne devons pas laisser perdre les enseignements qu'il a fournis. La *Traction par accumulateurs* est l'objet d'un travail assez développé. Enfin, on a effleuré la question de la *Distribution de l'énergie par les accumulateurs*, à propos du projet de Nantua.

« Rapprochées les unes des autres dans un ordre convenable, et reliées par une *Table analytique*, ces *Recherches* forment un ensemble auquel l'unité de vues donne une certaine cohésion.

« Paris, mai 1884.

E. R. »

La lumière électrique, *sous forme d'exemples pratiques*, par *R. E. Day, M. A.*, professeur de physique expérimentale au King's College de Londres, traduit de l'anglais par *G. Foussot et A. Paul*. — Paris, librairie centrale des Sciences de *J. Michelet*. — Prix : 2 fr.

M. J. Michelet est un des rares éditeurs qui méritent toute la reconnaissance du public avide de s'instruire, et une mention toute particulière de l'électricien heureux de constater les efforts que l'on fait en vue de vulgariser sa science de prédilection. Le petit ouvrage qui fait l'objet de notre bibliographie de ce jour est en effet le cent soixante-quinzième relatif à l'électricité, et que M. J. Michelet a édité ou met en vente dans sa librairie. Nombre d'ingénieurs et de praticiens qui n'ont ni le temps ni le courage d'étudier les nombreux traités spéciaux décrivant les diverses parties du champ immense où

Digitized by Google

l'électricité exerce son activité, n'hésiteront pas à consulter ce petit recueil de 80 pages d'applications numériques relatives à la plupart des problèmes dont les installations de lumière électrique exigent la solution, et d'autant plus que, tout en suivant ces calculs du domaine de l'arithmétique la plus simple, ils se familiariseront avec les unités électriques, dont les esprits les plus distingués se font encore un épouvantail. Nos félicitations également aux traducteurs qui ont accepté la tâche ingrate de traduire, en même temps que le texte, les mesures anglaises en mesures métriques, et par suite de refaire patiemment tous les calculs. Toutes les unités électriques mentionnées sont celles qui ont été consacrés par le congrès international des électriciens; nous ferons cependant une restriction pour le *Joule*, dont la pratique n'a pas encore sanctionné l'emploi.

Nous nous croyons obligé de faire cette légère observation, quelque futile qu'elle paraisse, car du moment qu'au prix des plus grands efforts, on a créé une langue universellement reconnue par tous les électriciens, il faut s'y conformer, sous peine de compromettre les immenses avantages que l'on en attend. N. T

CORRESPONDANCE

SUR UNE PARTICULARITÉ DE CERTAINES LAMPES A INCANDESCENCE

Nous avons observé dans des lampes Gérard un fait qui nous semble mériter l'attention. Une de ces lampes de 50 bougies, alimentée par une machine de Meritens de 1 cheval, émettait une lumière d'environ 80 bougies. A certains moments, une lueur violacée, tout à fait analogue à celle d'un tube de Geissler à air raréfié, occupait la partie inférieure de la lampe, au niveau des soudures du charbon avec les fils de platine. En approchant un barreau aimanté de la lampe, cette lueur s'est rassemblée en une sorte de flamme ronde, située à l'endroit des soudures.

Une autre lampe du même modèle, mais de résistance moindre, et poussée jusqu'à près de 200 bougies, a manifesté le même phénomène avec beaucoup plus d'éclat. Toute l'ampoule était occupée par l'effluve de lumière violacée. Sans connaître la cause de ce curieux effet, nous pensons qu'il est dû à l'extrême raréfaction de l'air dans ces lampes. Ce fait montre que, dans certaines circonstances, on peut obtenir avec une faible tension, ne dépassant pas 50 volts, les mêmes effets qu'avec les courants induits de la bobine de Ruhmkorff.

Nous n'avons pas pu obtenir ces effets dans les lampes Swan ou Nothomb que nous avons à notre disposition. GALLICE.

Digitized by Google

FAITS DIVERS

—

Éclairage électrique de l'escadre et des torpilleurs de l'empire austro-hongrois. — A la suite de nombreux essais, les nouveaux appareils d'éclairage installés sur les vaisseaux de guerre et les torpilleurs ont donné d'excellents résultats en ce sens qu'il a été permis, grâce à la manœuvre facile et à la précision des projecteurs, de fouiller en tous sens le champ de bataille, de démasquer les torpilleurs mettant à profit les régions obscures, d'éclairer les passes difficiles. Ces foyers atteignent jusqu'à 40 000 bougies normales. La dynamo Gramme est actionnée par une machine spéciale du type Brotherhood. Mais l'éclairage intérieur laisse beaucoup à désirer, le fonctionnement des divers conducteurs, des accumulateurs, contacts, etc., se ressentant considérablement des trépidations qui résultent du tir, à tel point même que les lampes se sont éteintes à plusieurs reprises. Les. torpilleurs, spécialement mus par des machines d'une force énorme, donnent lieu à des vibrations telles qu'il a fallu renoncer à les munir d'appareils électriques.

D'ailleurs, la condition principale à réaliser sur ces derniers engins est la légèreté extrême, et les appareils nécessaires à un éclairage convenable pèsent au moins 3 tonnes et exigent au moins deux hommes de service. En outre, le moindre éclat lumineux trahit leur présence et éblouit l'équipage qui, pour un moment, ne peut plus diriger sa marche avec sécurité. Le ministère de la marine a donc eu raison de substituer aux lampes électriques des lampes à pétrole de 80 à 100 bougies normales, suffisantes pour éclairer une région de 200 à 300 mètres de rayon. Ces foyers ont un autre avantage, c'est de pouvoir rivaliser avec la lumière électrique par les temps de brouillard, par lesquels la lumière blanche perd toute sa supériorité, comme aussi de présenter un poids restreint, et de se prêter aux services les plus variés.

On sait que les bateaux-torpilles que les marines des divers États tendent à multiplier et à perfectionner, sont des bâtiments de 30 à 35 mètres de long, sur 2 mètres de large, et de $0^m,80$ à $0^m,90$ de tirant d'eau.

La puissance de la machine est de 500 chevaux indiqués, le déplacement de 30 à 50 tonnes, la vitesse de 28 milles marins. A l'avant se trouvent deux tubes de projection dont les extrémités émergent de l'eau; dès qu'elles viennent à plonger, au contraire, des appareils pneumatiques commencent à fonctionner automatiquement, la vitesse atteint 30 à 26 milles marins et se maintient sur un parcours de 400 à 800 mètres, avec une direction suffisamment constante. L'explosion peut couler à fond les plus terribles cuirassés. Ces derniers, en prévision de ces attaques, sont munis de grands filets d'acier, de mitrailleuses et d'une nombreuse artillerie disposée de manière à couler le torpilleur pendant sa course, ou même de l'atteindre avant qu'il soit lancé. Le torpilleur ne peut compter que sur la rapidité de sa marche, car on

Digitized by Google

ne saurait le munir de cuirasses qui lui enlèveraient sa principale qualité, la légèreté.

—

RELATIONS ENTRE LA DURÉE D'UNE LAMPE A INCANDESCENCE ET SON POUVOIR ÉCLAIRANT. — Nous extrayons de la *Zeitschrift für Elektrotechnik* les résultats suivants d'expériences faites par M. *J. Zacharias* sur la durée des lampes à incandescence.

Une lampe de 10 *bougies normales* dure, à raison de :

Bougies normales.	Heures.
10.	5550
11.	3963
12.	2857
13.	2134
14.	1628
15.	1292
16.	1000
17.	802
18.	651
19.	534
20.	443
21.	371
22.	312
23.	266
24.	228
25.	196
30.	163

Une lampe de 8 *bougies normales* dure, à raison de :

Bougies normales.	Heures.
8.	2260
9.	1470
10.	1000
11.	714
12.	512
13.	385
14.	29
15.	233
16.	179
17.	145
18.	11 8
19.	96
20.	80

La durée d'une lampe est donc *relative* et dépend de l'intensité du courant qui la traverse pendant son service. Comme ce sont les établissements industriels qui font le plus grand usage de lumière élecrtique, et que, dans la plupart, la force élastique de la vapeur peut s'élever ou s'abaisser de 1 à 1/2 atmosphère, il en résulte que la puissance du moteur, et par suite que l'intensité du courant développé par la dynamo doivent varier dans des proportions correspondantes.

Pourquoi ne ferait-on pas usage d'un voltmètre que le mécanicien pourrait consulter ? L'utilité de cet appareil ressort de l'exemple suivant : M. Zacharias eut l'occasion d'installer l'éclairage d'une papeterie et d'une minoterie dans

Digitized by Google

des conditions tout à fait identiques; mêmes machines, même montage opéré par la même équipe. La seule différence résidait dans le moteur et la surveillance du mécanicien. La minoterie était desservie par une vieille machine à un cylindre, d'une allure des plus irrégulières, tandis que la papeterie possédait un moteur à trois cylindres; mais le mécanicien du moulin portait toute son attention sur la constance et la marche de son appareil; il avait un voltmètre et une résistance variable à sa disposition, qui lui permettaient de veiller à ce que la tension fût uniformément de 98 volts. Or la moitié des lampes de la minoterie (de 50 volts chacune) ont atteint 2800 heures, tandis que dans la papeterie, bien que son installation électrique ait été terminée quelques semaines plus tard, un grand nombre de lampes ont déjà été renouvelées.

—

Association française pour l'avancement des sciences. — L'Association française pour l'avancement des sciences tiendra son Congrès annuel à Blois, sous la présidence de *M. Bouquet de la Grye*, membre de l'Institut, ingénieur hydrographe de 1[re] classe de la marine, du 4 au 11 septembre 1884. Le programme détaillé sera publié ultérieurement.

Dans sa dernière séance, le Conseil d'administration a alloué à divers savants, à titre de subvention, une somme totale de 11 200 francs.

S'adresser, pour tous renseignements, au secrétariat, rue Antoine-Dubois, 4, place de l'École-de-Médecine, à Paris ou à Blois, au Comité central.

—

Thermo-avertisseur-Tommasi. — Cet appareil a pour but de signaler toute élévation de température dans les fils destinés à transmettre le courant électrique, et d'éviter par là toute possibilité de destruction des machines dynamo ou magnéto-électriques ou d'incendie des locaux.

Le thermo-avertisseur se compose d'une boite en matière isolante dans laquelle agit à frottement doux un léger ressort à boudin. Une cuvette en métal, glissant elle aussi à frottement doux, se trouve en contact direct avec une des extrémités du ressort; dans cette cuvette se trouve une couche de matière isolante fusible, telle que stéarine, paraffine, etc., qui vient buter contre le fil en cuivre rouge contourné en U du circuit principal, et maintient ainsi le ressort dans sa position première.

Aussitôt qu'un accès de chaleur se produit, le fil du circuit principal s'échauffe et liquéfie la matière isolante; le contact entre ce fil et la cuvette s'établit par l'intermédiaire du ressort et ferme ainsi le circuit d'une pile locale destinée à faire fonctionner la sonnerie d'alarme. L'interrupteur placé près de la sonnerie permet immédiatement d'interrompre le courant de la pile locale, et en même temps une lampe à incandescence, placée en dérivation sur le circuit, et dont le verre est coloré en rouge, s'allume et donne un nouveau signal d'alarme qui prévient d'une cause de danger.

Un second interrupteur automatique permet à ce signal d'ouvrir le circuit

Digitized by Google

principal, et dès lors de supprimer tout danger d'incendie ou de détérioration des machines en l'absence de tout personnel. Ce second interrupteur est formé d'un électro-aimant Hughes intercalé dans le circuit principal, son fonctionnement est facile à comprendre : tant que le courant de la pile locale ne passe pas, l'aimant en fer à cheval attire l'armature et ferme le circuit principal; au signal d'alarme, le courant local traverse les bobines, désaimante l'aimant naturel qui, instantanément, cesse d'attirer l'armature et brise le circuit.

M. Tommasi revendique pour son thermo-avertisseur les avantages suivants :

1° De n'introduire aucune résistance dans le circuit;

2° De signaler l'échauffement de la dynamo ou de la magnéto et des fils sans que pour cela le circuit électrique soit brisé;

3° De pouvoir se régler à toutes les températures.

—

Serviteurs électriques lumineux. — Pends-toi, brave Trouvé, car tu n'aurais pas imaginé celle-là ! Les succès obtenus par les bijoux et les danseuses électriques empêchaient probablement les Américains de dormir, car, si l'on croit le *New-York Times*, la création de l'*Electric Girl Lighting C°* est un événement d'une importance comparable à celle de la lumière électrique elle-même. Mais nous demandons à traduire textuellement, pour qu'on ne nous accuse pas d'inventer :

« La Compagnie se propose de fournir aux chefs de maison des servantes de cinquante candles chacune, en nombre quelconque. Ces servantes seront nourries, vêtues et équipées par la Société, les clients pourront choisir dans les magasins (*warehouse*) de la Compagnie le genre de servante qui leur convient le mieux. On peut voir actuellement un très-beau modèle de servante pour le service du vestibule (*front-hall girl*) dans le bureau de la Compagnie, 409, Gold-street.

« Le système actuel d'éclairage des entrées de maison a l'inconvénient, qu'il soit au gaz ou à la lumière électrique, qu'il doit être allumé toute la soirée, et qu'une servante doit être toujours là pour répondre aux coups de sonnette. C'est une double dépense. L'*Electric Girl Lighting C°* fournit une magnifique servante de 50 ou 100 candles qui fera son service depuis la brune jusqu'à minuit, ou plus tard si on le désire. »

La servante-lumière-électrique, ajoute le journal qui nous fournit ces détails, est recommandée comme bien supérieure en beauté et en commodité aux chandeliers massifs et aux lampes d'étude.

C'est immense ! dirait Daubray du Palais-Royal.

—

Service télégraphique des armées russes et anglaises. — Nous extrayons de

Digitized by Google

l'*Elektrotechnische Zeitschrift* les données suivantes sur le service télégraphique des armées russes et anglaises.

Russie. — Ce service, dépendant du corps du génie militaire, était tout récemment encore composé de 8 compagnies comprenant :

	Sur le pied de paix.	Sur le pied de guerre.
Officiers	3	2
Télégraphistes de 1re classe	4	4
— de 2e	4	4
Inspecteurs de ligne	2	2
Sous-officiers	»	14
Caporaux	1	12
Simples soldats	13	63
— de réserve	»	20
Total	27 hommes.	121

Plus 62 chevaux en temps de guerre.

Les 8 compagnies comprenaient donc 216 hommes en temps de paix, et 968 sur le pied de guerre.

Par décret ministériel du 12 mars 1883, on forma une nouvelle cinquième brigade du génie à Odessa, comprenant 3 bataillons de sapeurs, 1 bataillon de pontonniers, 3 compagnies de télégraphistes, 1 compagnie d'ingénieurs, et l'on porta à 12 les 8 compagnies susmentionnées, de sorte que le corps des télégraphistes était formé dorénavant de 15 compagnies, munies chacune du matériel nécessaire pour la pose de 60 kilomètres de ligne télégraphique.

Ces nouvelles compagnies sont composées comme suit :

	Pied de paix.	Pied de guerre.
Commandant	1	1
Adjudant, tout à la fois préposé à la comptabilité	1	1
Officiers	2	4
Inspecteur de ligne	1	1
Économe	1	1
Télégraphistes	16	16
Mécaniciens	4	4
Sous-officiers	1	28
Caporaux	2	24
Simples soldats	27	128
Scribes	1	4
Maréchal et vétérinaire	»	3
Soldats du train	1	40
Total (hommes)	58	255
— (chevaux)	2	124

Les nombres ci-dessus de simples soldats comprennent 6 ouvriers en temps de paix, et 20 en temps de guerre, dont le choix est laissé au commandant; les ordonnances d'officiers y sont également comprises.

Le service télégraphique comprend donc actuellement : 870 hommes, au lieu de 216 sur le pied de paix, et 3825 au lieu de 968 en temps de guerre. De plus, chaque régiment de cavalerie doit former 10 à 12 télégraphistes qui

Digitized by Google

sont envoyés en éclaireurs aux avant-postes et dans les reconnaissances, portant à la selle le matériel nécessaire.

Angleterre. — En Angleterre, comme en Russie, on a procédé depuis un an à une augmentation importante des corps de télégraphie militaire. Un comité d'officiers, formé en juin 1880, reçut la mission de préparer un projet sur l'organisation et l'équipement de ces armes spéciales, qui a été approuvé par décision ministérielle du mois d'octobre 1883.

Les bases éminemment pratiques de cette réorganisation sont les suivantes : avoir en temps de paix un nombre minimum d'hommes et de chevaux, mais organisés de façon à pouvoir les compléter rapidement en cas de mobilisation; trouver une combinaison qui permette d'utiliser leurs connaissances techniques et pratiques, tout en les exerçant au point de les rendre aussi capables que les fonctionnaires civils; pouvoir en temps de guerre les former en un grand nombre de groupes complets par eux-mêmes et indépendants les uns des autres.

Avant la réorganisation des troupes de télégraphistes, ces dernières étaient divisées en deux groupes distincts. L'un, destiné aux lignes avancées, comprenait un parc stationné au camp d'Aldershot (*C. Troop, Royal Engineers*) et se composait comme suit :

	Temps de paix.	Temps de guerre.
Officiers	8	8
Sous-officiers et simples soldats . .	208	304
Chevaux	97	197
Soldats du train.	24	24
Matériel pour une ligne de.	60 milles.	60 milles.

Pour le service des étapes, il existait deux compagnies du Royal Engineers (la 22ᵉ et la 34ᵉ) comprenant ensemble environ 160 sous-officiers et soldats. Ces compagnies étaient employées d'une façon permanente à l'exploitation des districts télégraphiques et postaux du sud de l'Angleterre, qui comprennent 18 260 milles de développement et 1375 appareils, sans compter les services spéciaux des départements de la guerre et de l'amirauté.

De ces deux compagnies, l'une devait être mobilisée en cas de besoin pour le service actif, et portée sur le pied de guerre à raison de 130 sous-officiers et soldats, pendant que l'autre, complétée par des employés civils et réservistes, formait à ce moment une petite réserve du corps actif.

Le comité a fusionné ces deux éléments sous le nom de corps d'ingénieurs télégraphistes de campagne, et a adopté une unité de sectionnement comportant 32 kilomètres de câble de champ de bataille ou le matériel nécessaire à l'établissement de 32 kilomètres d'installation aérienne.

Le pied de guerre de chacune de ces sections répond à 53 sous-officiers et soldats, sous le commandement d'un officier. Chacune comprend 4 voitures de matériel attelées de 6 chevaux. Le corps entier se compose de 8 sections complètes, dont chacune doit se suffire; des réserves de matériel consistant en unités de 32 kilomètres sont formées en quantités répondant aux besoins prévus, sur les centres d'opération. Le corps entier comprendrait donc en temps de guerre 451 hommes qui, répartis en 8 sections, suffiraient au service

Digitized by Google

de deux corps d'armée. Les sous-officiers et soldats comportent deux classes ; la première, desservant les stations, est constituée par des télégraphistes de profession, la seconde, utilisée sur la ligne, se recrute parmi les sapeurs intelligents et les ouvriers tirés des dépôts régimentaires.

Les premiers prennent part quelque temps aux exercices militaires et aux opérations télégraphiques de campagne. Ils sont ensuite envoyés à l'École télégraphique de Chatham, qui les prépare aux diverses branches de leur service spécial. Ce n'est qu'après une nouvelle période de pratique de campagne qu'ils sont munis d'un certificat délivré par l'adjudant général du corps des ingénieurs, qu'ils sont définitivement incorporés et provisoirement employés dans les bureaux des postes et télégraphes, avec les appointements des employés civils.

—

M. E. Hospitalier, professeur à l'École municipale de physique et de chimie industrielles, fera le 22 juin à deux heures et demie très-précises, au Conservatoire des Arts et Métiers, une conférence sur *Les transformations de l'énergie électrique. Applications scientifiques et industrielles.*

—

L'ENSEIGNEMENT DE L'ÉLECTRO-TECHNIQUE[1]

PAR M. ÉRIC GÉRARD
Professeur à l'Institut électro-technique Montefiore.

—

Souvent, dans ces dernières années, il m'est arrivé d'entendre poser la question suivante : Quels ouvrages faut-il lire, quelles études faut-il faire pour se mettre au courant des progrès réalisés dans les applications de l'électricité ?

A cette question il y a deux réponses à donner. Si la personne qui interroge a peu de loisirs et désire seulement acquérir des connaissances superficielles sur le sujet, on peut lui conseiller de lire un des ouvrages de vulgarisation qui ont été publiés en grand nombre dans ces dernières années. Figuier, de Parville et d'autres auteurs se sont chargés de mettre à la portée des gens du monde les grandes découvertes modernes, et, quoique les ouvrages écrits pour les gens du monde ne soient généralement compris par personne, tout au moins y trouve-t-on de quoi satisfaire sa première curiosité. Il y aurait plus de profit à suivre un cours élémentaire accompagné d'expériences, tel que celui qui se donne à l'École des mines pendant le semestre d'été.

Mais si l'on se trouve devant quelqu'un qui a l'intention de pénétrer au cœur du sujet, de se l'approprier, en un mot de devenir électricien, certaines explications deviennent nécessaires.

Je vous demanderai la permission de vous exposer quelques idées qu'une étude approfondie de la question, ainsi que la lecture des programmes suivis à l'étranger, m'ont suggérées.

C'est un fait digne de remarque qu'à mesure que les industries progressent et se développent, elles empruntent de plus en plus à la science ses procédés. Il y a en ce moment toute une série d'usines, dans lesquelles on effectue en grand des opérations de laboratoire. L'industriel doit continuellement recourir au savant. Le métallurgiste doit être doublé d'un chimiste, s'il veut se tenir à la hauteur des procédés modernes.

Dans aucune branche de la technique, l'influence de la théorie ne se fait sentir

[1] Conférence donnée à l'Association des ingénieurs sortis de l'École de Liége, le 6 janvier 1884.

Digitized by Google

aussi directement que dans les applications industrielles de l'électricité. Ici, non seulement les procédés rappellent ceux du laboratoire, mais les appareils, les matériaux employés dans la pratique ressemblent à des appareils de cabinet. Le téléphone dont on se sert pour correspondre de Bruxelles à Liége est le même que celui dont on fait usage dans les laboratoires pour rechercher la structure intime des métaux. La même machine de Gramme qui permet d'exécuter les projections lumineuses dans les salles de cours peut entraîner des véhicules sur les voies ferrées.

Dans ces rapports intimes entre la science et l'électro-technique, il résulte la plus grande affinité entre l'ingénieur électricien et le physicien. Un électricien est un physicien qui s'occupe des applications industrielles de l'électricité.

Avant toute connaissance, un ingénieur électricien doit posséder une sérieuse culture mathématique. Et à propos de l'enseignemement des mathématiques, je dois faire une remarque. Cet enseignement peut être compris de deux manières toutes différentes. On peut le considérer comme une simple gymnastique de l'esprit propre à former le jugement et à développer les facultés de raisonnement. Dans ce cas, on étudie les mathématiques pour elles-mêmes, sans s'inquiéter des applications qui peuvent en être faites. On arrive à jongler adroitement avec les formules, mais on demeure incapable de les utiliser à l'analyse du phénomène physique le plus simple. Les forts en x formés de cette manière font penser à certains pianistes qui exécutent les variations les plus brillantes d'une façon toute mécanique, et qui ne peuvent faire comprendre le charme d'une mélodie.

Tout autre doit être l'enseignement des mathématiques donné à de futurs physiciens et à des élèves ingénieurs. Il faut les habituer dès le début à voir l'utilité pratique du calcul. Les démonstrations géométriques doivent être recherchées de préférence. L'un des grands physiciens de cette époque, Sir W. Thomson, a pu dire que l'un des meilleurs garants de la vérité des théories physiques est la possibilité de les exposer sous une forme mathématique élémentaire, et de fait, il est étonnant de voir le nombre d'applications qu'on peut résoudre par les calculs les plus simples, lorsqu'on s'est habitué à saisir l'esprit des mathématiques, au lieu de manier mécaniquement les formules.

On évite de tomber dans l'inconvénient signalé en faisant marcher de pair l'étude des mathématiques avec celles de la physique et de la mécanique, et en montrant le secours que ces sciences peuvent se prêter l'une à l'autre.

Le côté mathématique de la physique ne doit pas toutefois primer le côté expérimental. D'habitude, c'est l'expérience qui met en lumière les vérités physiques, dont on fait ensuite la théorie à l'aide des mathématiques. On cite de grands physiciens, tels que Faraday, qui ne possédaient aucune culture mathématique. Ce sont les pionniers qui, guidés par leur esprit d'observation, découvrent des champs nouveaux dans la science ; les géomètres viennent ensuite arpenter, niveler et déterminer la valeur de ces découvertes.

Dans l'étude de la physique, qui constitue une des connaissances fondamentales de l'ingénieur électricien, l'expérimentation doit jouer un rôle prépondérant. La physique ne s'apprend pas plus dans les livres qu'on n'apprend à monter à cheval au coin de son feu. De cette manière, on peut devenir très fort sur la théorie de l'équitation, mais on restera toujours un détestable cavalier. L'étude des livres fait une part beaucoup trop grande à la mémoire, tandis que l'expérimentation développe la sagacité et donne l'esprit d'observation que les physiciens doivent acquérir.

Indépendamment des connaissances mathématiques et physiques, ainsi que des principes de la construction que tous les ingénieurs doivent posséder, les électriciens doivent être familiarisés avec la chimie et la mécanique. La chimie fait connaître les réactions qui se passent dans les piles et les accumulateurs, et elle constitue la base de l'électro-métallurgie. Quant à la mécanique, elle trouve son application dans la construction et la conduite des machines électriques et des électromoteurs.

Lorsqu'on possède cette préparation que donne notre École des mines, on peut commencer avec fruit l'étude de l'électricité et de ses applications.

L'enseignement de l'électro-technique est tout récent, et avant la fondation de cet Institut, il n'avait encore été organisé nulle part d'une manière complète. Dans

Digitized by Google

certaines écoles, telles que l'École de télégraphie de Paris, on enseignait la télégraphie et la téléphonie ; d'autres étaient spécialement consacrées à l'étude de l'éclairage électrique et du transport de la force.

Telle était la situation lorsque M. le sénateur Montefiore eut l'idée de grouper toutes les applications dans un même enseignement, et de mettre à la disposition de l'Université de Liège la somme considérable nécessaire pour mener cette entreprise à bonne fin. Les autorités de l'École se sont empressées d'accueillir cette idée, dont elles ont prévu immédiatement les fruits. Grâce à la sollicitude éclairée de notre honorable président, M. L. Trasenster, un local important a été affecté aux nouvelles installations et les intentions du donateur ont pu être remplies en quelques mois.

En faisant cet acte de généreuse initiative, M. Montefiore n'a pas seulement ajouté un nouveau lustre à l'École des mines de Liège, il a fait plus pour le développement des applications de l'électricité en Belgique que les Sociétés qui dépensent des millions pour vulgariser les installations électriques. Les Sociétés, en Belgique comme ailleurs, sont entravées dans leur fonctionnement par la difficulté de recruter des ingénieurs spécialistes. En créant une pépinière d'électriciens, M. Montefiore a posé les bases de la réussite des applications de l'électricité dans notre pays.

Je suis heureux d'enregistrer le succès que l'Institut Montefiore rencontre dès sa naissance. Quoi qu'il ne soit terminé que depuis un mois, et qu'on le connaisse à peine, il compte déjà 18 élèves, parmi lesquels 8 sont venus de l'étranger pour suivre ses cours.

Voici succinctement le programme des études du nouvel Institut. Pendant le semestre d'été, la théorie de l'électricité et du magnétisme fait l'objet d'un cours à trois leçons par semaine. Dans ce cours, le professeur passe en revue les phénomènes électriques et magnétiques, en insistant particulièrement sur les méthodes employées pour mesurer ces phénomènes. Durant le même semestre, il commence l'étude de l'électro-technique par la construction des lignes électriques, [sujet qui peut être traité en même temps que le précédent, parce qu'il n'exige pas la connaissance de la théorie de l'électricite. Après cela vient la description des générateurs d'électricité, comprenant les machines produisant l'électricité statique, les piles, les machines dynamo-électriques et les piles secondaires ou accumulateurs.

Pendant le second semestre, les cours roulent sur les diverses branches de l'électro-technique, à savoir la télégraphie, la téléphonie, l'éclairage électrique, le transport de la force et l'électro-métallurgie.

L'enseignement théorique trouve son complément dans les travaux de laboratoire, sans lesquels il ne peut porter de fruits. Pour l'électricité, plus que pour toute autre partie de la physique, il est nécessaire que les élèves se familiarisent avec le maniement des appareils.

Pour devenir habile dans ces manipulations, deux qualités sont indispensables. Il faut posséder une certaine adresse manuelle et être familiarisé avec la construction des appareils, afin de pouvoir régler et au besoin réparer soi-même les instruments dont on se sert.

Pour mettre les élèves à même d'acquérir ces deux qualités, un petit atelier a été annexé au laboratoire. Dans cet atelier, ils apprennent le maniement de la lime et du burin, et ils construisent des appareils de mesure. C'est avec les instruments qu'ils façonnent eux-mêmes, qu'ils effectuent leurs premières mesures électriques. Ils apprennent ainsi comment il est possible de faire des essais précis avec des appareils grossiers d'apparence. Les élèves sont assez disposés à croire que, pour exécuter la moindre expérience, il est nécessaire d'appareils délicats, soigneusement polis et finis. Il faut aller du simple au compliqué ; ce n'est que lorsqu'on sait bien ce qu'on peut tirer d'un instrument rudimentaire qu'on apprécie les services que rend un appareil perfectionné.

Un des meilleurs électriciens anglais, M. Hughes, l'inventeur du télégraphe imprimeur et du microphone, construit lui-même tous les appareils qu'il utilise dans ses intéressantes expériences. Et ne croyez pas qu'il lui faille pour cela des outils et des matériaux compliqués. Le plus souvent des morceaux de liège, des bouts de fil,

Digitized by Google

des fragments d'aiguilles à tricoter assemblés au moyen de gomme-laque lui suffisent. Grâce à l'ingéniosité de son esprit et de son habileté manuelle, il sait tirer des appareils délicats de ces matériaux. L'un des premiers microphones qu'il ait construit était, comme il le disait lui-même, ridiculement simple. Il se composait de trois pointes de Paris chevauchant les unes sur les autres.

Tout le monde ne possède pas l'ingénieuse habileté de M. Hughes, mais on peut acquérir une certaine adresse, et les électriciens en particulier doivent faire tous leurs efforts pour atteindre ce but. Une autre raison, pour laquelle il est bon de commencer les mesures électriques avec des appareils grossiers, est qu'on évite ainsi de briser ou de détériorer des appareils délicats et coûteux, ce qui arriverait infailliblement si l'on se servait de semblables appareils dès le début.

Cette première étape passée, les élèves se familiarisent avec les instruments de mesure en appliquant les méthodes d'essai enseignées au cours. Toutes les mesures doivent être quantitatives; de simples mesures qualitatives ne conduisent à aucun résultat pratique.

L'électricité a surtout progressé depuis que l'on possède des appareils précis, permettant de mesurer les phénomènes électriques avec la même rigueur qu'on peut apporter dans l'estimation d'une longueur ou du poids d'un corps.

Lorsque les élèves ont terminé les mesures quantitatives scientifiques, ils procèdent à des mesures industrielles, telles que celles qu'un ingénieur peut avoir à exécuter dans une usine. Ils apprennent à déterminer les meilleures conditions de marche des machines électriques à la fois par des essais électriques et dynamométriques. Ils s'exercent au maniement et au réglage des lampes électriques et estiment le rendement de ces lampes à l'aide du photomètre. Ils se rendent également familiers avec les télégraphes et les téléphones, et s'appliquent à déterminer les dérangements qui peuvent affecter les lignes aériennes et souterraines.

Les élèves doivent s'habituer à mettre le résultat de leurs expériences sous forme de diagramme, méthode excellente qui permet d'analyser avec beaucoup de facilité la marche des phénomènes et fait souvent entrevoir les lois qui les régissent

Lorsque les élèves ont achevé la série complète des mesures que j'appellerai classiques, ils peuvent prendre en mains un sujet de recherche original sur lequel ils exercent leur sagacité. Les applications de l'électricité sont de vastes champs d'investigation dans lesquels il ne faut pas craindre de s'engager résolument, quand on s'est orienté par la théorie. Il convient d'acquérir dès les bancs de l'école non seulement les connaissances théoriques et pratiques, mais encore l'esprit d'initiative et d'invention qui doit caractériser un électricien.

Un point d'une importance capitale pour les jeunes gens qui comptent s'occuper d'électro-technique est la connaissance des langues. Il est indispensable qu'ils puissent lire les travaux qui se publient à l'étranger, particulièrement dans les pays où l'on parle l'anglais et l'allemand. Les autorités de l'École ont parfaitement compris cette nécessité et ont institué des cours de langues spéciaux pour les élèves électriciens. En outre ceux-ci ont à traduire et à résumer les principaux mémoires parus dans les publications étrangères que reçoit l'Institut. Ces traductions sont cotées comme les travaux de laboratoire.

Les études électro-techniques dont j'ai l'honneur de vous entretenir peuvent être terminées en un an, lorsqu'on s'y applique d'une manière exclusive. Les jeunes gens qui suivent en même temps d'autres cours de l'École mettent deux années pour faire les mêmes études.

Le programme que je viens d'esquisser brièvement a été étudié de manière à donner aux élèves électriciens non seulement toutes les connaissances théoriques spéciales dont ils ont besoin, mais encore à leur inculquer assez de connaissances pratiques, pour qu'ils puissent rendre des services réels dans une usine électrique dès leur sortie de l'Institut. Ceux d'entre eux qui se présenteront dans les usines de l'étranger pourront s'offrir à subir devant les yeux des industriels une épreuve pratique dont le succès constituera la meilleure des recommandations.

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME VII, DU 1er JANVIER AU 15 JUIN 1884

A

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES DU TOME VII

Le propriétaire gérant,
G. MASSON.

9813 — Imprimerie A. Lahure, 9, rue de Fleurus, à Paris.

Digitized by Google

jK
CWP

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

